

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA VEGETAÇÃO DE CERRADO SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES DE MANEJO E DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTO PLANTADO EM MONOCULTIVO

Antônio Donizette de Oliveira¹, Ana Paula Leite², Soraya Alvarenga Botelho¹,
José Roberto Soares Scolforo¹

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica da produção de madeira em solos sob vegetação de cerrado na condição de florestas naturais, florestas plantadas de eucalipto em monocultivo e em faixa com a vegetação natural de cerrado. Efetuou-se uma análise de sensibilidade da influência da taxa de desconto, valor da terra, níveis de produtividade e redução nos custos de produção na viabilidade econômica dos tratamentos. Analisaram-se os efeitos combinados de taxa de desconto e preço da terra e aumento de produtividade e redução dos custos de produção sobre a viabilidade econômica dos sistemas de manejo estudados. O método de avaliação econômica usado foi o Valor Presente Líquido. Verificou-se que, com a produtividade encontrada e com os custos de produção originais, todos os tratamentos foram inviáveis economicamente, sendo necessários aumentos significativos na produtividade e redução dos custos de produção para que se tornem alternativas viáveis economicamente.

Palavras chave: Análise econômica, sistemas de manejo, eucalipto, cerrado.

1 Professores do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

2 Engenheira Florestal, MSc.

ECONOMIC EVALUATION OF CERRADO VEGETATION AREA SUBMITTED TO SEVERAL MANAGEMENT SYSTEMS AND OF EUCALYPTUS PLANTATION

ABSTRACT - The objective of this research was to evaluate the economic viability of producing wood in soils of the cerrado region under the following condition: a) cerrado native vegetation; b) a combination of strips eucalyptus plantation and cerrado native vegetation; and c) pure eucalyptus plantation. Analyses of the effect of changes in the discount rate, land value, levels of productivity and producing cost reduction were carried out for each treatment economic feasibility. Studies of the combined effect of discount rate and land value; productivity increase and producing cost reduction on the economic viability of the management system studied were also done. The net present worth was used as the decision variable. It was concluded that based on the productivity found and on the original production cost all treatments were not economically feasible. Huge cost reduction and productivity increase are necessary in order to turn the investments feasible.

Key words: economic analysis, management systems, eucalytus, cerrado

1 INTRODUÇÃO

O cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, ocupando cerca de 22% do território nacional. Porém, estima-se que aproximadamente 37% da área total de cerrado perdeu sua cobertura vegetal primitiva. Do total desmatado, 46,5% estão ocupados com pastagem; 18,0% com culturas temporárias, principalmente soja, milho e arroz; 4,3% com culturas perenes, principalmente eucalipto, pinus, manga e café; 3,22% com represamentos e áreas urbanas; e 27,95% são ocupados por áreas que foram degradadas e abandonadas sem preocupação com nenhum tipo de conservação (Ratter e Ribeiro, 1996; Souza Dias, 1993).

Com a expansão acelerada da atividade florestal no Brasil, a região do cerrado passou a ter maior destaque no processo de reflorestamento do país devido, principalmente, às

condições edafoclimáticas e fisiográficas da região serem favoráveis ao estabelecimento de plantios de eucalipto.

Considerando-se que a forma desordenada de ocupação e exploração do cerrado vem acarretando prejuízos sociais, econômicos e ambientais para as pessoas que dependem desta região para o seu sustento, bem como para a sociedade em geral, torna-se necessária a busca de alternativas de manejo técnica e economicamente viáveis, que visem o aumento da produtividade das florestas plantadas e alternativas para o uso sustentado da vegetação nativa.

O manejo sustentado é aquele que leva a uma produção contínua do recurso explorado, sem a deterioração dos demais recursos e benefícios envolvidos, inclusive o financeiro. Ele propicia uma série de bens, para os quais não há mercado perfeito e que são de difícil mensuração em termos monetários (Berger, 1990; Carvalho Filho, 1996).

São poucos os trabalhos sobre o manejo sustentado da vegetação de cerrado e, em relação à análise econômica deste manejo, os estudos são ainda mais escassos. Nesta linha de pesquisa destaca-se o trabalho de Rezende, Vale e Minette (1986), que compararam os custos de produção de madeira de carvão proveniente de vegetação de cerrado e de eucalipto.

Entre os fatores que afetam a rentabilidade do investimento na produção de madeira para carvão, Alfaro (1985) cita como principais os custos de transporte, o custo da terra, os custos de implantação e manutenção das florestas e a produtividade do local.

A produtividade é fator de grande importância, principalmente nos cerrados, devido à baixa fertilidade natural de seus solos pobres e ainda pela ocorrência de déficit hídrico, fatores limitantes para o crescimento das plantas. Dentre as ações que podem ser tomadas com o objetivo de aumentar a produtividade dos plantios, levando-se em conta a questão ambiental e a redução dos custos de produção, destacam-se as práticas silviculturais como adubação, adoção de espaçamentos mais adequados à espécie e ao sítio, melhoramento genético e a adoção de sistemas silviculturais, como plantios de enriquecimento e consórcio com outras atividades.

Os objetivos deste estudo foram avaliar a viabilidade econômica da produção de madeira para carvão vegetal em solos sob vegetação de cerrado na condição de florestas naturais, florestas plantadas de eucalipto em monocultivo e em faixas com a vegetação do cerrado. Efetuar uma análise de sensibilidade da influência da taxa de desconto, valor da terra, níveis de produtividade e redução nos custos de produção na viabilidade econômica dos tratamentos; analisar os efeitos combinados de taxa de desconto e preço da terra e o aumento de produtividade e redução dos custos de produção sobre a viabilidade econômica dos sistemas de manejo estudados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização do Experimento

No presente estudo comparou-se a economicidade de um povoamento de eucalipto plantado em monocultivo, uma área com vegetação nativa de cerrado e um sistema de plantio de eucalipto em faixa entre a vegetação de cerrado, em diversos espaçamentos.

A área experimental localiza-se na fazenda Santa Cecília, propriedade da Companhia Mineira de Metais(CMM)-Grupo Votorantim, no município de João Pinheiro-MG.

Os tratamentos do plantio em faixas, eucalipto/cerrado, foram instalados em dezembro de 1989 pela equipe de pesquisa da CMM, em uma área de 38,45ha. De forma complementar, utilizou-se de informações de produção, custos e receitas de um povoamento de *Eucalyptus camaldulensis* plantado em monocultivo.

A descrição dos componentes do experimento de manejo é apresentada a seguir:

2.1.1 Plantio em faixas eucalipto/cerrado

A área de 38,45 hectares, onde foram instalados os tratamentos do plantio em faixas eucalipto/cerrado, sofreu um corte raso em 1985 e, até 1989, ficou em regeneração, quando foram instalados os experimentos. O experimento I foi instalado em uma parte da área onde havia, originalmente, vegetação de cerrado ralo, latossolo vermelho amarelo distrófico e álico, de textura média. Na parte restante da área foi instalado o experimento II. Neste local havia um cerrado mais denso, latossolo vermelho escuro distrófico, de textura média.

As faixas de plantio de *E. camaldulensis*, procedência Petford, foram instalados no sentido leste-oeste. Por ocasião do plantio, foram feitos o combate às formigas e a correção do solo com fosfato natural (400 Kg/ha) e gesso agrícola (125 Kg/ha). A incorporação do corretivo, juntamente com o preparo do solo, foi feita utilizando-se grade beeding e subsolador. A adubação foi feita por covas, utilizando-se 100g de NPK 10-28-06 acrescido de 0,2% de boro elementar e 0,4% de zinco elementar.

Um ano após o plantio foi feita a adubação de manutenção utilizando-se 200g/planta de NPK 10-28-06, acrescido de boro e zinco, distribuindo 100g de adubo de cada lado da planta, em sulcos de um metro de comprimento.

As operações de manutenção, no primeiro ano, foram executadas somente nas linhas de plantio, havendo a necessidade de entrar com o trator de esteira e rolo-faca nas faixas ao lado das linhas de plantio. O replantio foi realizado no segundo ano.

Os 4 tratamentos dos experimentos I e II são descritos na Tabela 1.

TABELA 1: Descrição dos tratamentos silviculturais avaliados nos experimentos I e II.

Experimento I	Experimento II
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>Eucalyptus camadulensis</i> em espaçamento 10x2m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>Eucalyptus camadulensis</i> em espaçamento 10x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>Eucalyptus camadulensis</i> em espaçamento 10x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>Eucalyptus camadulensis</i> em espaçamento 15x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 11m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>Eucalyptus camadulensis</i> em espaçamento 15x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 11m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>Eucalyptus camadulensis</i> em espaçamento 20x2m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>Eucalyptus camadulensis</i> em espaçamento 20x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>Eucalyptus camadulensis</i> em espaçamento 20x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento

2.1.2 Povoamento de *Eucalyptus camaldulensis* plantado em monocultivo

O povoamento de eucalipto está localizado em um latossolo vermelho escuro distrófico, de textura média. O plantio foi realizado em dezembro de 1989, pela CMM, numa área de 34 hectares, em espaçamento 3X2m, de acordo com a metodologia empregada pela empresa. As sementes utilizadas para a obtenção das mudas são de origem selvagem e procedência Petford, Austrália.

2.1.3 Vegetação nativa de cerrado

O plantio em faixas eucalipto/cerrado foi instalado em área de transição de cerrado denso/campo. Desta forma, para manter a representatividade do tipo de cerrado presente na área experimental, utilizaram-se os valores médios dos parâmetros dendrométricos obtidos na vegetação de cerrado remanescente entre as faixas de plantio. Para tanto, utilizaram-se os valores médios das repetições 1, 2 e 3 dos tratamentos, transformados proporcionalmente para parcelas de 720 m².

2.2 Amostragem e inventário

Foram lançadas 3 parcelas de 12m x 60m, por tratamento, totalizando 27 parcelas de 720m². O inventário foi realizado quando as plantas de eucalipto estavam com 6,5 anos.

Para as plantas de eucalipto e da vegetação do cerrado, de todos os tratamentos, foram coletados os valores de altura total (HT) e circunferência a 1,30m de altura (CAP).

2.3 Estimativa da produtividade

Por meio do software SISNAT (Sistema de Florestas Nativas), desenvolvido por Scolforo (1997), foram obtidas as estimativas do volume de eucalipto, o volume de cerrado e o volume total por tratamento, expressos em m³/ha (Tabela 2).

A equação utilizada para a obtenção da estimativa de volume de eucalipto foi ajustada para a região sob estudo. Para a obtenção da estimativa do volume do cerrado foi utilizada a equação ajustada por Scolforo e Silva (1993):

- Eucalipto:

$$Volume = 0,00000655 * CAP^{1,77227140} * H^{1,07264738}$$

- Cerrado:

$$Volume = 0,000506 + 0,00000497125 * CAP^2 * H - 0,000000006235642 * CAP^3 * H$$

onde,

CAP = circunferência a 1,30m de altura (cm)

H = altura total (m)

2.4 Custo de produção de madeira (lenha)

Os custos de implantação (construção de estradas e aceiros, desmatamento, destoca, limpeza da área, gradagem, plantio, replantio e combate às formigas) e de manutenção (capina manual e mecânica, conservação de estradas e aceiros e combate às formigas), de cada um dos tratamentos do plantio em faixas eucalipto/cerrado e do plantio de eucalipto plantado em monocultivo, foram fornecidos pela CMM.

No caso do cerrado puro, os custos considerados foram aqueles referentes à construção e manutenção de estradas e aceiros, uma vez que não houve capinas, desbastes ou qualquer outro tipo de trato cultural.

TABELA 2: Valores médios de volume de eucalipto, volume de cerrado e volume total em m³/ha e de incremento médio anual em m³/ha.ano, para todos os tratamentos, avaliados aos 6,5 anos de idade.

Experi- mento	Tratamento	Volume (m ³ /ha)			Incremento médio anual (m ³ /ha.ano)	
		Eucalipto	Cerrado	total	eucalipto	Cerrado
I	10m x 2m	34,83	10,53	45,37	4,97	0,96
	10m x 3m	26,73	6,60	33,33	3,82	0,60
	15m x 4m	14,57	9,27	23,83	2,08	0,84
	20m x 4m	6,10	12,53	20,83	0,87	1,34
	Cerrado ¹	-----	16,77	16,77	-----	1,52
II	10m x 4m	11,73	19,73	31,47	1,68	1,79
	15m x 3m	7,80	19,40	27,20	1,11	1,76
	20m x 2m	6,67	15,70	22,37	0,95	1,43
	20m x 3m	4,23	24,17	28,40	0,60	2,20
	Cerrado ²	-----	28,73	28,73	-----	2,61
	Eucalipto em monocultivo	123,37	-----	123,37	17,62	-----

¹ Vegetação nativa do cerrado com menor densidade populacional

² Vegetação nativa do cerrado com maior densidade populacional

Como custo da terra considerou-se o custo de oportunidade de uso do fator à taxa real de juros adotada na análise econômica.

2.5 Método de avaliação econômica

O método utilizado para verificar a viabilidade econômica dos tratamentos avaliados neste estudo foi o Valor Presente Líquido (VPL).

O VPL de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. Conceitualmente, a viabilidade econômica de um projeto analisado por este método é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos, atualizados a determinada taxa de juros (Rezende e Oliveira, 1993).

A fórmula para calcular o VPL é:

$$\text{VPL} = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}$$

onde:

- C_j = custos ao final do ano ou do período de tempo considerado;
- R_j = receita líquida ao final do ano ou do período de tempo considerado;
- i = taxa de desconto;
- n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

2.6 Análise de sensibilidade

Realizou-se uma análise de sensibilidade do VPL às variações no custo da terra, nos índices de produtividade, nos custos de produção de madeira e nas taxas de desconto, para estabelecer a influência destes fatores na viabilidade econômica dos tratamentos.

Devido às baixas produtividades dos tratamentos do plantio em faixas eucalipto/cerrado, do cerrado puro e do eucalipto plantado em monocultivo encontradas pelo inventário, estudou-se o efeito de produtividades maiores sobre as respectivas viabilidades econômicas. Nos tratamentos do plantio em faixas, consideraram-se aumentos na produtividade do cerrado e do eucalipto de até 550%. Já no cerrado puro, os aumentos de produtividade foram até um máximo de 250%, elevando a produtividade para 5,32m³/ha.ano, no experimento I e,

9,13m³/ha.ano no experimento II. Para o *E. camaldulensis*, plantado em monocultivo, considerou-se um aumento máximo de 150%, o que eleva a produtividade para 44m³/ha.ano.

No caso da terra, consideraram-se 3 níveis de custo para este fator, ou seja, custo zero, US\$223.21 e US\$446.42/ha.

Com relação às taxas de desconto, considerou-se a aplicação de taxas reais de desconto de 6, 9 e 12% ao ano, no cálculo do VPL. Essas taxas foram escolhidas por abrangerem os níveis mais usados pelo setor florestal.

Foram consideradas reduções de até 50% nos custos de produção de madeira em relação aos níveis de custos originais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da viabilidade econômica

A Tabela 3 mostra que, adotando-se as produtividades encontradas pelo inventário (Tabela 2), a uma taxa de desconto de 9% ao ano e valor da terra de US\$223.21/ha, todos os tratamentos foram inviáveis economicamente, uma vez que apresentaram VPL negativos. O cerrado puro foi o tratamento com menor prejuízo, apresentando VPL de US\$-92.66 (experimento I) e de US\$-61.50 (experimento II). Uma explicação para este fato é que os custos de manejar o cerrado (custo da terra e custo de construção e manutenção de estradas e aceiros) são pequenos em relação aos custos das atividades envolvidas na implantação e manutenção dos tratamentos do plantio em faixas e do eucalipto plantado em monocultivo. Como as produções volumétricas de todos os tratamentos foram baixas, manejar o cerrado puro acaba resultando em menor prejuízo que as outras opções.

O eucalipto plantado em monocultivo foi o tratamento que apresentou o maior prejuízo (VPL de US\$-603.93). Um fator que pode ter contribuído para isto é que o corte do povoamento está sendo feito em uma idade (7 anos) superior à idade ótima de corte. Segundo Scolforo (1998)³, na região de estudo, em plantios de *E. camaldulensis* no espaçamento 3x2m, o

³ SCOLFORO, J.R.S. Comunicação pessoal. 1998. (Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Lavras, MG., Brasil)

máximo incremento médio anual tem ocorrido em torno do 4^o e 5^o ano. Romero (1985) observou que os “prejuízos” por cortar o povoamento de eucalipto fora da idade ótima de corte foram maiores que aqueles causados pelo fogo, pragas, doenças, falhas, etc. Outros fatores como a baixa produtividade, o baixo preço da madeira e os altos custos de implantação e manutenção também podem ter contribuído para que este VPL do plantio de eucalipto em monocultivo resultasse tão negativo.

A vegetação nativa do cerrado puro apresentou prejuízo menor no experimento II do que no experimento I, devido à maior produtividade do cerrado do experimento II (Tabela 2), uma vez que os custos de produção de madeira são os mesmos para as duas situações.

TABELA 3: VPL (US\$/ha) por tratamento, considerando-se a produtividade encontrada no inventário, a uma taxa de desconto de 9% a.a. e preço da terra de US\$223.21/ha.

Experimento	Tratamento	VPL (US\$/ha)
I	10x2	-377.38
	10x3	-362.83
	15x4	-307.80
	20x4	-291.90
	Cerrado	-92.66
II	10x4	-365.29
	15x3	-332.31
	20x2	-336.52
	20x3	-293.04
	Cerrado	-61.50
Plantio de eucalipto em monocultivo		-603.93

* Consideraram-se preços de madeira em pé para o eucalipto em monocultivo e para a vegetação nativa do cerrado iguais a US\$6.44 e US\$4.76 por metro cúbico, respectivamente.

Um dos aspectos que podem ter prejudicado a viabilidade econômica do cerrado e do plantio em faixas é a baixa produção volumétrica da vegetação do cerrado que, por ocasião do inventário, estava com 11 anos. Heiseke (1976) encontrou, para um cerrado com 21 anos de regeneração natural em Paraopeba, um volume de 133m³/ha para uma densidade populacional de

4800 plantas/ha, altura média de 4 m e circunferência média de 30,8cm. Neste estudo, o cerrado do experimento II apresentou um volume de 28,73m³/ha, com densidade e altura média semelhantes, porém com a circunferência média de 12,4cm. Assim, provavelmente este cerrado tem potencial para se desenvolver atingindo produtividades maiores.

3.2 Análise de sensibilidade

3.2.1. Efeito da taxa de desconto sobre a viabilidade econômica

Com base na produtividade dos tratamentos encontrada pelo inventário, foram calculados os efeitos da taxa de desconto sobre o VPL (Tabela 4). Nota-se que independentemente da taxa de desconto utilizada, todos os tratamentos foram inviáveis economicamente.

À medida que a taxa de desconto aumenta, o risco do empreendimento também é maior e o VPL de todos os tratamentos cresce em termos negativos, ou seja, o prejuízo aumenta. Por exemplo, no tratamento 10x2 (maior prejuízo entre os tratamentos do plantio em faixas), o VPL passa de US\$-328.09 quando a taxa é de 6%, para US\$-416.29 se a taxa subir para 12% ao ano, o que implica em um aumento de 26,88% no valor do prejuízo. Este efeito era de se esperar, uma vez que altas taxas de desconto tendem a inviabilizar investimentos a longo prazo, como é o caso de investimentos no setor florestal.

Segundo Heliwell (1974), Manning (1977), Price (1973) e Foster (1979), no setor florestal, devido ao longo tempo de conversão do investimento, a viabilidade de qualquer projeto apresenta considerável sensibilidade às variações na taxa real de desconto usada. Neste contexto, sugere-se o uso de taxas inferiores àquelas usadas por outros setores da economia.

3.2.2 Efeito do preço da terra sobre a viabilidade econômica

A Tabela 5 mostra o VPL em US\$/ha, para a taxa de desconto de 9% a.a. e vários níveis de preço da terra. Em todos os tratamentos, com exceção do cerrado puro dos experimentos I e II, para o preço da terra zero, os VPLs, para as produtividades encontradas pelo inventário, foram negativos, indicando a inviabilidade econômica da produção de madeira, em razão do nível de produtividade existente.

Aumentos no custo da terra afetam bastante o VPL de alguns tratamentos. Assim, enquanto o VPL do tratamento eucalipto plantado em monocultivo aumenta, em termos

negativos, apenas 17% quando o valor da terra passa de US\$223.21/ha para US\$446.42/ha, o VPL do cerrado puro do experimento II aumenta cerca de 163% nestas mesmas condições.

TABELA 4: VPL (US\$/ha) por tratamento, considerando-se a produtividade encontrada pelo inventário, o preço da terra de US\$223.21/ha e taxas de desconto de 6, 9 e 12% ao ano.

Experimento	Tratamento	VPL (US\$/ha)		
		Taxa de desconto anual		
		6%	9%	12%
I	10X2	-328.09	-377.38	-416.29
	10X3	-321.64	-362.83	-395.27
	15X4	-273.97	-307.80	-334.38
	20X4	-261.30	-291.90	-315.91
	Cerrado	-58.54	-92.66	-119.95
II	10x4	-328.00	-365.29	-394.62
	15x3	-298.02	-332.31	-359.27
	20x2	-305.13	-336.52	-361.13
	20x3	-258.63	-293.04	-320.12
	Cerrado	-20.67	-61.50	-94.18
	Eucalipto plantado em monocultivo	-494.79	-603.93	-690.63

3.2.3 Efeito conjunto da taxa de desconto e do preço da terra sobre a viabilidade econômica

A Tabela 6 mostra que, adotando-se as produtividades encontradas pelo inventário (Tabela 2), todos os tratamentos estudados, exceto o cerrado puro dos experimentos I e II, mostraram-se inviáveis economicamente, para todas as taxas de desconto e valores de terra considerados.

O cerrado puro é viável economicamente para as três taxas de desconto usadas, porém, apenas quando considerou-se o valor da terra igual a zero. Assim, nos experimentos I e

II, a uma taxa de desconto de 6% ao ano, os VPLs foram de US\$16.21 e US\$54.10/ha, respectivamente.

Aumentos no preço da terra conjugados com aumentos na taxa de desconto afetam significativamente o VPL de todos os tratamentos. Por exemplo, no tratamento 10x2, a uma taxa de desconto de 6%, o VPL passa de US\$-253.33 para US\$-402.86 (aumento de 59% em termos de valores negativos), quando o preço da terra sobe de zero para US\$446.42/ha. Já a uma taxa de 12% a.a., para a mesma variação no preço da terra, o VPL passa de US\$-294.04 para US\$-538.53 (aumento de 83% em termos de valores negativos).

TABELA 5: VPL (US\$/ha) por tratamento, para taxa de desconto de 9%a.a. e três níveis de preço da terra.

Experimento	Tratamento	VPL (US\$/ha)		
		Preço da terra (US\$/ha)		
		Zero	223.21	446.42
I	10x2	-276.28	-377.38	-498.49
	10x3	-261.72	-362.83	-463.94
	15x4	-206.70	-307.80	-408.91
	20x4	-190.79	-291.90	-393.01
	Cerrado	8.45	-92.66	-193.77
II	10x4	-264.19	-365.29	-466.40
	15x3	-231.21	-332.31	-433.42
	20x2	-211.30	-336.52	-437.63
	20x3	-191.94	-293.04	-394.15
	Cerrado	39.61	-61.50	-162.61
	Eucalipto plantado em monocultivo	-478.71	-603.93	-705.04

3.2.4 Efeito da produtividade sobre a viabilidade econômica

A Tabela 7 mostra os resultados das simulações de aumentos percentuais dos níveis de produtividade de madeira de eucalipto e cerrado para todos os tratamentos, em relação às produtividades encontradas no inventário, considerando-se a taxa de desconto de 9% ao ano e o preço da terra de US\$223.21/ha. Como era esperado, aumentos percentuais das produtividades dos tratamentos levaram à redução dos prejuízos a que os tratamentos estavam submetidos.

TABELA 6 : VPL (US\$/ha) por tratamento, para três taxas de desconto e três níveis de preço da terra.

Experimento	Tratamento	Preço da Terra (US\$/ha)	Taxa de Desconto Anual		
			6%	9%	12%
I	10x2	0.00	-253.33	-276.28	-294.04
		223.21	-319.16	-377.38	-416.29
		446.42	-402.86	-478.49	-538.53
	10x3	0.00	-246.88	-261.72	-273.03
		223.21	-321.64	-362.83	-395.27
		446.42	-396.40	-463.94	-517.51
	15x4	0.00	-199.20	-206.70	-212.14
		223.21	-273.97	-307.80	-334.38
		446.42	-348.73	-408.91	-456.63
	20x4	0.00	-186.54	-190.79	-193.66
		223.21	-261.30	-291.90	-315.91
		446.42	-336.07	-393.01	-438.15
	Cerrado	0.00	16.21	8.45	2.30
		223.21	-58.54	-92.66	-119.95
		446.42	-133.31	-193.77	-242.19
	10x4	0.00	-253.23	-264.19	-272.38
		223.21	-319.07	-365.29	-394.62
		446.42	-402.77	-466.40	-516.87
15x3	0.00	-223.25	-231.21	-237.02	
	223.21	-298.02	-332.31	-359.27	
	446.42	-372.78	-433.42	-481.51	
II	20x2	0.00	-230.36	-211.30	-238.89
		223.21	-305.13	-336.52	-361.13
		446.42	-379.88	-437.63	-483.38

Continua ...

Cont. Tabela 6

Experimento	Tratamento	Preço da Terra (US\$/ha)	Taxa de Desconto Anual		
			6%	9%	12%
	20x3	0.00	-183.86	-191.94	-197.87
		223.21	-258.63	-293.04	-320.12
		446.42	-333.39	-394.15	-442.36
	Cerrado	0.00	54.10	39.61	28.07
		223.21	-20.67	-61.50	-94.18
		446.42	-95.43	-162.61	-216.42
	Eucalipto	0.00	-420.03	-478.71	-568.38
		223.21	-494.79	-603.93	-690.63
		446.42	-569.55	-705.04	-812.88

Em alguns casos foi necessário aumentar bastante a produtividade dos tratamentos para que o VPL mudasse de negativo para positivo. Por exemplo, a produtividade do tratamento 20x2 precisou ser aumentada em 523% para que seu VPL ficasse positivo.

O eucalipto plantado em monocultivo foi o tratamento que mostrou maior sensibilidade ao aumento da produtividade. Seu VPL passou de US\$-603.93 para a produtividade encontrada no inventário, para US\$47.75 quando a produtividade aumentou em 150%. Porém um aumento de 150% elevaria sua produtividade de 123,37m³/ha para 308,425m³/ha o que, para o *E. camaldulensis*, no cerrado, ainda não foi alcançado.

Bezerra (1997), estudando dois clones de *E. camaldulensis* em solo de cerrado, plantados em espaçamento 10x4m, consorciados com milho, encontrou, aos 28 meses, 27,4413m³/ha (clone 137) e 25,5042m³/ha (clone 180). Para a mesma espécie, no mesmo espaçamento (10x4m), porém em plantio associado com cerrado, neste estudo, foi encontrado, aos 6,5 anos, um volume de eucalipto de 11,73m³/ha (Tabela 2). Isto mostra que podem ser alcançadas produtividades maiores com a utilização de material genético superior.

O cerrado puro do experimento II foi o que precisou de menor aumento na produtividade para se tornar uma alternativa de investimento viável economicamente (Tabela 7), ou seja, com 83% de aumento na produtividade seu VPL já é positivo. Isto elevaria a produtividade para $52,75\text{m}^3/\text{ha}$, o que é bastante plausível. Heiseke (1976) encontrou uma produtividade média para um cerrado *stricto sensu* de $78,4\text{ m}^3/\text{ha}$, com um mínimo de $56,7\text{ m}^3/\text{ha}$ e máxima de $118,3\text{ m}^3/\text{ha}$.

Rezende, Vale e Minette (1986) constataram, em seu estudo, que investimentos no manejo do cerrado, visando aumentar a produtividade, podem ser mais compensadores do que investir no plantio de eucalipto.

Entre os tratamentos do plantio em faixas, o 10x2 foi o mais inviável economicamente, uma vez que tem o maior VPL negativo. Contudo, é o que necessita de menor acréscimo na produtividade (252%) para ter VPL positivo.

3.2.5 Efeito da redução dos custos de produção de madeira sobre a viabilidade econômica

A redução dos custos de produção de madeira em até 50%, com relação aos custos originais (Tabela 8) levou a uma grande diminuição no prejuízo (VPL negativo), à semelhança do que ocorre com incrementos nos níveis de produtividade. Isto mostra que investimentos na busca de novas tecnologias, capazes de provocar diminuição nos custos de produção, são bem-vindos.

Havendo 50% de redução nos custos, o cerrado puro do experimento II torna-se uma alternativa viável economicamente, mas todos os demais tratamentos necessitam de reduções maiores em seus níveis de custo para terem VPLs positivos.

3.2.6 Efeito combinado de aumentos na produtividade e de redução nos custos de produção sobre a viabilidade econômica

As simulações apresentadas na Tabela 9 mostram a importância de melhorar a produtividade e reduzir os custos de produção de madeira. Por exemplo, o plantio puro de eucalipto, que é o tratamento de maior prejuízo (VPL= -603.93) para a produtividade encontrada pelo inventário e nos níveis de custos originais, passa a ser uma alternativa economicamente viável se os custos caírem 40% e a produtividade aumentar 50% (VPL=28.65), o que elevaria a

produtividade do *E. camaldulensis* para 185,05m³/ha, valor muito próximo ao encontrado por Moura (1988), para a mesma espécie e espaçamento (181,98m³/ha) aos 6,5 anos. Outra opção que o torna economicamente viável é a queda dos custos em 20% e a obtenção do dobro da produtividade (VPL=38.20).

No caso do cerrado puro do experimento II, uma redução de 20% nos custos, associada a um aumento de 50% na produtividade, é suficiente para tornar este tratamento uma alternativa viável economicamente. Já no tratamento 20x2, nem com aumentos de 200% na produtividade, associados a reduções de 50% nos custos, consegue-se obter VPL positivo. As dificuldades nas operações de manutenção do experimento, como combate às formigas e invasão das linhas de plantio de eucalipto pela regeneração do cerrado, podem ter prejudicado o desenvolvimento do eucalipto principalmente nos tratamentos do experimento II, como o 20x2, aumentando o prejuízo destes tratamentos.

Entre os tratamentos do plantio em faixas, o 10x2 foi o que apresentou maior sensibilidade aos fatores em estudo. Seu VPL passou de US\$-377.38, aos níveis de custo originais e na produtividade encontrada pelo inventário, para US\$5.80, se os custos caírem 30% e a produtividade aumentar 150%; ou US\$28.05 se a queda nos custos for de 20% e o aumento da produtividade for de 200%.

TABELA 7: VPL (US\$/ha) por tratamento, considerando-se a taxa de desconto de 9% a.a. e preço da terra de US223.21/ha, para vários níveis de produtividade.

Aumento de Produti-vidade	Tratamentos										
	Experimento I					Experimento II					Eucalipto
	10x2	10x3	15x4	20x4	Cerrado	10x4	15x3	20x2	20x3	Cerrado	
0	-377.38	-362.83	-307.80	-291.90	-92.66	-365.29	-332.31	-336.52	-293.04	-61.50	-603.93
50	-302.39	-307.17	-270.07	-261.41	-70.81	-318.94	-293.31	-304.32	-254.12	-24.08	-386.71
83¹	-252.89	-270.43	-245.17	-242.22	-56.40	-288.35	-267.57	-283.07	-228.42	0.63	-245.34
100	-277.40	-251.51	-232.34	-232.04	-48.97	-272.58	-254.30	-272.13	-215.18	13.35	-169.48
140	-167.41	-206.97	-202.16	-208.10	-31.49	-235.50	-223.10	-246.37	-184.04	43.29	4.30
150	-152.41	-195.84	-194.62	-202.12	-27.13	-226.23	-215.30	-239.93	-176.25	50.77	47.75
200	-80.10	-140.18	-156.88	-171.43	-5.28	-179.88	-176.29	-207.73	-137.31	88.20	264.97
213	-57.92	-125.71	-147.07	-164.40	0.40	-167.82	-166.15	-199.37	-127.20	97.93	321.45
250	-2.43	-84.52	-119.15	-142.26	16.56	-133.52	-137.29	-175.54	-98.38	125.62	482.20
252	0.57	-82.29	-117.64	-141.06	17.44	-131.67	-135.73	-174.25	-96.82	127.12	490.88
300	73.19	-28.86	-81.42	-112.33	38.41	-87.16	-98.29	-143.35	-59.45	163.04	699.42
326	111.56	0.09	-61.80	-96.77	49.77	-63.06	-78.00	-126.61	-39.21	182.51	812.38
350	147.55	26.80	-43.70	-82.40	60.26	-40.81	-59.28	-111.15	-20.52	200.47	916.65
377	188.05	56.87	-23.32	-66.24	72.05	-15.78	-38.21	-93.76	0.51	220.68	1,033.95
395	215.04	76.90	-9.74	-55.46	79.91	0.91	-24.18	-82.17	14.52	234.15	1,112.15
400	222.54	82.47	-5.96	-52.47	82.10	5.54	-20.28	-61.10	18.42	237.89	1,133.88
408	234.54	91.38	0.07	-47.68	85.60	12.96	-14.04	-73.80	24.64	243.88	1,168.63
426	261.54	111.41	13.65	-36.91	93.46	29.65	0.01	-62.21	38.66	257.36	1,246.83
450	297.54	138.13	31.77	-22.54	103.95	51.90	18.73	-46.76	57.35	275.23	1,351.08
488	354.54	180.44	60.44	0.20	120.54	87.13	48.38	-22.29	86.94	303.76	1,516.19
500	372.53	193.79	69.49	7.38	125.79	98.25	57.73	-14.56	96.28	312.74	1,576.37
523	407.03	219.40	86.85	21.15	135.84	119.58	75.68	0.25	114.19	329.96	1,668.25
550	447.52	249.46	107.22	37.31	147.63	144.61	96.74	17.63	135.21	350.17	1,785.55

¹Os valores em negrito mostram as produtividades necessárias para que o VPL do tratamento em questão seja positivo.

²Os valores em negrito mostram o primeiro valor positivo de VPL para cada tratamento, em função do aumento na produtividade.

TABELA 8 - VPL (US\$/ha) por tratamento, considerando-se vários níveis de redução dos custos de produção de madeira, para a taxa de desconto de 9% a.a. e valor da terra igual a US\$223.21/ha.

Redução dos custos	Experimento I					Experimento II					Eucalipto
	10x2	10x3	15x4	20x4	Cerrado	10x4	15x3	20x2	20x3	Cerrado	
0%	-377.34	-362.83	-304.80	-291.90	-92.66	-365.29	-332.31	-336.52	-293.04	-61.50	-603.93
10%	-324.64	-315.41	-269.47	-256.72	-79.03	-319.49	-291.29	-296.43	-255.96	-47.87	-500.09
20%	-271.91	-268.00	-231.15	-221.55	-65.39	-273.70	-250.25	-256.34	-218.87	-34.23	-396.26
30%	-219.17	-220.58	-192.82	-186.38	-51.76	-227.89	-209.32	-216.24	-181.77	-20.60	-292.42
40%	-166.44	-173.17	-154.50	-151.20	-38.12	-182.10	-168.19	-176.15	-144.68	-6.96	-188.58
50%	-113.70	-125.75	-116.17	-116.02	-24.48	-136.65	-127.15	-136.06	-107.59	6.67	-84.74

TABELA 9 - VPL (US\$/ha) por tratamento, considerando vários níveis de aumento na produtividade e de redução nos custos, para a taxa de desconto de 9% a.a. e preço da terra de US\$223.21/ha.

Exp.	Tratamento	Aumento De produt.	Diminuição dos custos de produção					
			0%	10%	20%	30%	40%	50%
I	10x2	0%	-377.38	-324.64	-271.91	-219.17	-166.44	-113.70
		50%	-302.39	-249.65	-196.92	-144.18	-91.45	-38.71
		100%	-227.40	-174.66	-121.93	-69.19	-16.46	36.29
		150%	-152.41	-99.67	-46.94	5.80	58.53	111.28
		200%	-77.42	-24.68	28.05	80.79	133.53	186.28
I	10x3	0%	-362.83	-315.41	-268.89	-220.58	-173.17	-125.75
		50%	-307.17	-259.75	-221.34	-164.92	-117.09	-70.09
		100%	-251.51	-204.09	-156.67	-109.26	-61.84	-14.43
		150%	-195.84	-148.43	-101.01	-53.60	-6.18	41.23
		200%	-140.18	-92.77	-45.35	2.06	49.48	96.90
I	15x4	0%	-307.80	-269.47	-231.15	-192.82	-154.50	-116.17
		50%	-270.07	-231.75	-193.42	-155.10	-116.77	-78.44
		100%	-232.34	-194.02	-155.69	-117.37	-79.04	-40.71
		150%	-194.62	-156.29	-117.96	-79.63	-41.31	-2.98
		200%	-156.88	-118.55	-80.23	-41.90	-3.58	34.75

Continua...

Cont. Tabela 9

Exp.	Tratamento	Aumento De produt.	Diminuição dos custos de produção					
			0%	10%	20%	30%	40%	50%
I	20x4	0%	-291.90	-256.72	-221.55	-186.38	-151.20	-116.02
		50%	-261.97	-226.79	-191.62	-156.45	-121.27	-86.10
		100%	-232.04	-196.87	-161.70	-126.52	-91.34	-56.17
		150%	-202.12	-166.94	-131.77	-96.59	-61.41	-26.24
		200%	-172.19	-137.01	-101.84	-66.66	-31.48	3.69
I	Cerrado	0%	-92.66	-79.03	-65.39	-51.76	-38.12	-24.48
		50%	-70.81	-57.18	-43.54	-29.91	-16.28	-2.64
		100%	-48.97	-35.34	-21.70	-8.06	5.57	19.20
		150%	-27.13	-13.49	0.14	13.78	27.41	41.05
		200%	-5.28	8.36	21.99	35.63	49.26	62.90
II	10x4	0%	-365.29	-319.49	-273.70	-227.89	-182.10	-136.29
		50%	-318.94	-273.13	-227.34	-181.54	-135.74	-89.94
		100%	-272.58	-226.79	-180.98	-135.18	-89.38	-43.58
		150%	-226.23	-180.43	-134.63	-88.83	-43.03	2.76
		200%	-179.88	-134.07	-88.28	-42.47	3.33	49.13
II	15x3	0%	-332.31	-291.29	-250.28	-209.21	-168.19	-127.15
		50%	-293.31	-252.28	-211.24	-170.21	-129.18	-88.15
		100%	-254.82	-213.28	-172.24	-131.21	-90.18	-49.14
		150%	-215.30	-174.27	-133.23	-92.21	-51.17	-10.13
		200%	-176.29	-135.26	-94.23	-53.20	-12.17	28.87
II	20x2	0%	-336.52	-296.43	-256.34	-216.24	-176.15	-136.06
		50%	-304.32	-264.23	-224.14	-184.05	-143.96	-103.87
		100%	-272.13	-232.04	-191.95	-151.86	-111.76	-71.67
		150%	-239.93	-199.84	-159.75	-119.66	-79.57	-39.47
		200%	-207.73	-167.64	-127.55	-87.46	-47.38	-7.28

Continua...

Cont. Tabela 9

Exp.	Tratamento	Aumento De produt.	Diminuição dos custos de produção					
			0%	10%	20%	30%	40%	50%
II	20x3	0%	-293.04	-255.96	-218.87	-181.77	-144.68	-107.59
		50%	-254.12	-217.02	-179.93	-142.84	-105.75	-68.67
		100%	-215.18	-178.09	-141.00	-103.91	-66.81	-29.72
		150%	-176.25	-139.15	-102.06	-64.97	-27.88	9.21
		200%	-137.31	-100.22	-63.13	-26.04	11.05	48.14
II	Cerrado	0%	-61.50	-47.87	-34.23	-20.60	-6.96	6.91
		50%	-24.08	-10.45	3.20	16.83	30.46	44.10
		100%	13.35	26.98	40.62	54.25	67.88	81.53
		150%	50.77	64.41	78.04	91.68	105.31	118.95
		200%	88.20	101.83	115.46	129.10	142.73	156.38
	Eucalipto	0%	-603.93	-500.09	-396.26	-292.42	188.58	-84.74
		50%	-386.71	-282.87	-179.03	-75.19	28.65	132.48
		100%	-169.48	-65.64	38.20	142.04	245.88	349.71
		150%	47.75	151.58	255.42	359.26	463.10	566.94
		200%	264.97	368.81	472.65	576.48	680.32	784.16

4 CONCLUSÕES

Nas condições específicas em que se desenvolveu este estudo, pode-se concluir:

- Investimentos em plantio de eucalipto em monocultivo, plantio em faixas eucalipto/cerrado e exploração da vegetação de cerrado, visando produzir madeira para carvão vegetal, não são viáveis economicamente, considerando os níveis de preço da madeira em pé, as condições de produtividade e os custos de produção dos tratamentos em estudo;
- Dentre todos os tratamentos avaliados, a vegetação nativa do cerrado do experimento II foi o que apresentou o melhor resultado econômico (menor

prejuízo), enquanto o eucalipto plantado em monocultivo teve o pior resultado econômico (maior prejuízo);

- Aumentos na taxa de desconto e/ou no custo da terra afetam significativamente o VPL de todos os tratamentos estudados, sendo sua influência maior, em termos percentuais, sobre a vegetação nativa do cerrado e o plantio em faixas do que para o eucalipto em monocultivo;
- Conjugando-se aumentos na produtividade da madeira da vegetação de cerrado e do eucalipto com reduções dos custos de produção, é possível viabilizar economicamente todos os tratamentos estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO, L.G.J. **Localização econômica dos reflorestamentos com eucalipto, para a produção de carvão vegetal, no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1985.147p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- BERGER, R. Métodos de valorização de recursos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão: SBS, 1990. p.55-60
- BEZERRA, R.G. **Consórcio de eucalipto com soja e milho na região de cerrado no noroeste de Minas Gerais: um estudo de caso**. Lavras: UFLA, 1997. 91p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- CARVALHO FILHO, A.P. O engenheiro florestal e o manejo florestal sustentável. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CPATU Diagnóstico dos projetos de manejo florestal no estado do Pará – fase paragominas: Belém, 1996. p.48-52. (Relatório)
- FOSTER, B.B. Multiple discount rate for discounting forestry investments. **Forestry Chronicle**, Toronto, v.55, n.1, p.17-20, 1979.
- HEISEKE, D.R. **Estudos de tipologias florestais de cerrado, na região central de Minas Gerais**. Brasília: PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, 1976. (**Série Técnica, 7**)
- HELIWELL, O.R. Discounts rate in land use planining. **Forest Science**, Washington, v.47, n.2, p.147-52, 1974.

- MANNING, G.H. Evaluating public forest investment in British Columbia - The choice of discount rate. **Forestry Chronicle**, Toronto, v.53, n.1, p.155-158, 1977.
- MOURA, V.P.G. Comportamento de espécies/procedências de *Eucalyptus* em Várzea da Palma-MG, região de transição cerrado-caatinga. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO-Savanas: alimento e energia, 6, Brasília, 1982. **Anais...**Planaltina:EMBRAPA-CPAC, 1988.p.353-372.
- PRICE, C. To future-whith indifference or concern? **Journal of Agricultural Economics**, Ashford v.25, n.1, p.393-398, 1973.
- RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F. Biodiversity of the flora of the cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8, Brasília, 1996. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNPF, 1996, p.3-5.
- REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. de **Avaliação de projetos florestais**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1993. 47p.
- REZENDE, J.L.P.; VALE, A.B.do; MINETTE, L. **Estudo comparativo da produção de carvão da madeira da vegetação nativa e de Eucalyptus spp**.Viçosa: SIF/IBDF, 1986. 45p.
- ROMERO, J.C.C. **Avaliação econômica de danos a áreas reflorestadas com eucalipto, no estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1985. 200p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal)
- SCOLFORO, J.R.S.; SILVA, S.T. O conceito de “floresta balanceada de Meyer” como opção para intervenção em cerrado senso stricto. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS, 1993. v.1, p.378-381.
- SCOLFORO, J.R.S. **SISNAT – Sistema de manejo de florestas nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE. 42 p. 1997.
- SOUZA DIAS, B.F. A conservação da natureza. In: PINTO, M.N. (org.). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva. 2.ed. Brasília: UnB, 1993. p.607-664.