

VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL

Álvaro Nogueira de Souza¹, Antônio Donizette de Oliveira², José Roberto Soares Scolforo²,
José Luiz Pereira de Rezende², José Marcio de Mello²

(recebido: 2 de junho de 2006; aceito: 29 de novembro de 2006)

RESUMO: Os objetivos deste estudo foram determinar a rotação econômica de plantios de eucalipto em consórcio com culturas agrícolas e pastagem; analisar o efeito da agregação de valor aos produtos florestais, via aumento do grau de industrialização, na viabilidade econômica do consórcio; analisar diversos cenários para testar efeitos de mudanças na proporção de madeira para serraria e energia, preços e produtividades dos produtos do sistema agroflorestal. Elaborou-se um fluxo de caixa com base em dados anuais de custos e receitas referentes às culturas agrícolas, à pastagem e ao eucalipto. Para encontrar a rotação econômica e realizar as análises de viabilidade econômica, foram utilizados os métodos do Valor Presente Líquido (VPL) e Benefício Periódico Equivalente, calculados para uma taxa de juros de 10% ano. A rotação econômica dos plantios de eucalipto situou-se entre 6 e 9 anos, dependendo do sítio. Houve um aumento significativo na viabilidade econômica do sistema agroflorestal, à medida que se agregou valor aos produtos florestais. A viabilidade econômica do sistema depende mais da atividade florestal e da pecuária do que das atividades anuais. Houve maior tolerância às variações nos preços e nas produtividades da soja e do arroz.

Palavras-chave: Sistema agroflorestal, eucalipto, análise econômica, rotação florestal.

ECONOMICAL FEASIBILITY OF AN AGRO-FORESTRY SYSTEM

ABSTRACT: *This study determined the economical rotation of eucalyptus plantation in consortium with agricultural cultures and with pasture; analyzed the effect of the aggregation of value to forest products on the economic viability of the consortium; analyzed several sceneries for testing the effect of changes in wood proportion for sawmill and energy, prices and productivities of the products of the agro-forestry system. A cash flow was elaborated based on annual cost and revenue data of the agricultural cultures, pasture and eucalyptus plantation. To find the economical rotation and to accomplish the analyses of economical viability, Net Present Value amethod (VPL) and Equivalent Periodic Benefit were used, calculated at 10% interest rate per year. The economical rotation of the eucalyptus plantation was found to be between 6 and 9 years, depending on the site. There was a significant increase in the economical viability of the agro-forestry system, as if the forest products were added. The economical viability of the system depends more on the forest activity and on the livestock than of the agricultural annual activities. There was a larger tolerance to the variations in the prices and in the productivities of soybeans and rice.*

Key-words: Agro-forestry system, eucalypt, economic analysis.

1 INTRODUÇÃO

Uma forma de diversificar a produção utilizando-se de várias atividades e culturas na propriedade e que vem ganhando força é a prática dos sistemas agroflorestais em suas modalidades: sistema agroflorestal, sistema silvopastoril e o mais completo deles, o sistema agrossilvopastoril que pode envolver, além de várias culturas agrícolas, várias essências florestais e juntar atividades agrícola, florestal e pecuária num só sistema, com vistas à maximização do lucro.

A diversificação da produção nas empresas agrícolas é uma estratégia de proteção entre as várias atividades praticadas. O sucesso de uma determinada cultura ou atividade pode ser de grande ajuda para o caso

do insucesso de outras culturas ou atividades. Vários trabalhos têm estudado os sistemas agroflorestais como Daniel et al. (2000), Dube et al. (2002), Franco (2000) e Macdicken & Vergara (1990).

Em sistemas agroflorestais, o produto final que vai completar o ciclo é a madeira da essência florestal que, seguindo os conceitos atuais de múltiplos usos, deverá ser destinada a tantos mercados quanto for conveniente sob o ponto de vista econômico, agregando-se valor à árvore de modo que a cada parte de seu fuste se destine o produto de maior valor.

Como se trata de um sistema com imobilização de recursos por um longo prazo, é necessário que todo o planejamento, que envolve desde o preparo do solo para as primeiras culturas até a negociação do produto final, a

¹Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília/UnB – Cx. P. 4357 – 70910-900 – Brasília/DF – ansouza@unb.br

²Professores do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras/MG – donizette@ufla.br; jscolforo@ufla.br; jlprezen@ufla.br; jmmell@ufla.br

madeira, seja conduzido para que haja disponibilidade de produtos variados, chamada sortimentos, e com o prévio conhecimento dos volumes de produtos de acordo com as especificações do mercado.

Os objetivos deste estudo foram: determinar a rotação econômica de plantios de eucalipto em consórcio com culturas agrícolas e pastagem; analisar o efeito da agregação de valor aos produtos florestais, via aumento do grau de industrialização, na viabilidade econômica do consórcio; analisar diversos cenários para testar efeitos de mudanças na proporção de madeira para serraria e energia, preços e produtividades dos produtos do sistema agroflorestal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo pertence à Companhia Mineira de Metais (CMM), Grupo Votorantin, localizada no município de Vazante na região Noroeste do Estado de Minas Gerais. A latitude é 17°36'09" e a longitude é 46°42'02" oeste de Greenwich. A altitude é de 550 m. O clima é do tipo Aw, tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso, segundo a classificação de Köppen (ANTUNES, 1986). A temperatura média anual é de 24°C e a precipitação média anual é de 1450 mm.

As unidades de estudo foram compostas por talhões de um clone de híbridos naturais de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis*, plantado em consórcio com arroz, soja e pastagem no espaçamento 10 x 4 metros.

2.2 Descrição do Sistema Agroflorestal

O início do projeto se deu em dezembro de 1993, com o plantio de arroz e eucalipto. O preparo da área envolveu uma aração profunda e duas gradagens niveladoras, além de aplicação de calcário zinal MMA 85% de PRNT, à razão de 2,5t/ha. As linhas de plantio do eucalipto foram orientadas no sentido leste-oeste, a fim de se permitir maior insolação às culturas consorciadas. As entrelinhas de eucalipto foram consorciadas com arroz (*Orizya sativa*, cultivar Guarany) plantado no espaçamento 0,45m.

A cultura que entrou no sistema no seu primeiro ano foi a soja (*Glycine max* (L.) Merrill, cultivar Conquista), cultivada no espaçamento de 0,45 metros. Nessa fase, o eucalipto se encontrava com um ano de plantio.

A formação da pastagem iniciou-se aos 2 anos do eucalipto, com o plantio de *Brachiaria brizantha*.

No terceiro ano do eucalipto foi realizada uma adubação nitrogenada de cobertura na pastagem. A partir daí foram adquiridos novilhos que utilizaram a pastagem para engorda.

Foram realizadas três desramas ou podas artificiais no povoamento florestal. A primeira ocorreu quando o mesmo estava com um ano e meio de idade, até a altura de 2 metros, utilizando-se foíce e serrote. A segunda ocorreu aos 2 anos e meio de idade, quando as árvores foram podadas até a altura de 4 metros, utilizando serrote. A última poda foi a 6 metros de altura da árvore, na idade três anos e meio.

2.3 Estrutura de custos

Os custos das diversas atividades relacionadas ao sistema agroflorestal (SAF) estão na Tabela 1. Para o eucalipto foram considerados os custos de implantação, manutenções anuais, colheita, transporte e carbonização da madeira e transporte do carvão. No caso da soja e do arroz, o custo de cultivo agregou todos os gastos desde o plantio até a colheita, já que estas atividades têm ciclo de produção que ocorre num período menor que um ano. Para a pecuária de corte, os custos das diversas atividades foram especificados de acordo com a época de ocorrência, uma vez que se encontram dispersos ao longo dos anos. São colocados 1,5 animais por hectare e os novilhos para engorda são adquiridos com 8,25 arrobas. Considerou-se que cada animal ganha 5,5 arrobas de peso por ano, o que resulta em um ganho de peso equivalente a 8,25 arrobas/ha.ano. O custo da terra foi considerado como sendo os juros sobre o seu valor.

O custo total da serraria por metro cúbico de madeira serrada foi de R\$ 67,65, composto pelos seguintes itens: mão-de-obra (salário+encargos = R\$51,01), materiais e peças (R\$2,86), energia elétrica (R\$7,92) e depreciação (R\$5,86). Não foram incluídos os custos devido ao pagamento de taxas e impostos (ICMS), ou seja, o custo/m³ de madeira serrada se refere apenas aos gastos para serrar a madeira e estocá-la no pátio da indústria.

2.4 Estrutura de receitas

Os preços, as quantidades produzidas e receitas obtidas pela venda dos produtos agrícolas e de boi gordo encontram-se na Tabela 2. No caso dos produtos florestais, são apresentados apenas os preços, já que as quantidades produzidas e as receitas variam de acordo com a idade de corte a ser determinada pelas análises econômicas.

Tabela 1 – Custos das diversas atividades do sistema agroflorestal.**Table 1** – Costs of the activities of the agroforestry system.

Discriminação do custo	Ano	Valor
Implantação (R\$/ha)	0	1.956,78
Cultivo de arroz (R\$/ha)	0	690,40
Manutenção do eucalipto (R\$/ha)	1	299,24
Cultivo de soja (R\$/ha)	1	856,91
Manutenção do eucalipto (R\$/ha)	2	263,81
Formação de pastagem (R\$/ha)	2	323,42
Manutenção do eucalipto (R\$/ha)	3	237,08
Infra-estrutura da pecuária (R\$/ha)	3	171,31
Manutenção do eucalipto (R\$/ha)	4 a n-1	144,17
Manutenção do eucalipto (R\$/ha)	n ²	188,31
Insumos da pecuária (R\$/ha)	3 a n	64,03
Mão-de-obra da pecuária (R\$/ha)	3 a n	17,69
Depreciação de bens relacionados à pecuária (R\$/ha) ¹	3 a n	2,49
Aquisição de novilhos para engorda (R\$/ha)	3 a n	519,75
Administração (R\$/ha)	1 a n	99,24
Terra (R\$/ha)	1 a n	90,00
Colheita (R\$/m ³)	n	11,54
Transporte da madeira até a carvoaria ou serraria (R\$/m ³)	n	10,25
Carbonização (R\$/MDC) ³	n	7,42
Transporte do carvão até a siderúrgica (R\$/MDC) ⁴	n	15,00

¹Os bens relacionados à pecuária são: moradia para vaqueiros, depósito, curral, cerca elétrica, aguadas e saleiras de alvenaria, arreios e outros acessórios para montaria, animais de serviço (cavalos). O valor da depreciação dos bens relacionados às demais atividades já se encontra acrescido ao seu custo;

²n é a idade de corte do eucalipto, a ser definida com base em critérios econômicos;

³Taxa de conversão stéreo de madeira/MDC de carvão = 2,2; Taxa de conversão: m³ de madeira/MDC de carvão = 1,47. Fator de empilhamento: 1,5;

⁴A distância da CMM ao mercado siderúrgico é de cerca de 450 km
Paridade: US\$1.00 = R\$3,102.

2.5 Determinação da rotação econômica para o eucalipto

A rotação econômica dos plantios de eucalipto foi determinada levando-se em conta duas situações: a) venda de madeira colhida para serraria e para carvão e b) venda de madeira serrada e de carvão para siderurgia.

A estimativa do volume de madeira em tora para serraria e para carvão, por hectare, a ser obtido em cada idade, para os sítios estudados, é apresentada nas Tabelas 3, 4 e 5. Considerou-se o aproveitamento de 50% do volume para energia e 50% para serraria. Os

volumes foram obtidos usando-se um modelo de prognose da produção desenvolvido por Souza (2005). As tabelas mostram, também, o volume de madeira serrada e de carvão a serem obtidos por hectare, em cada idade.

Para a análise econômica foram utilizados os métodos do valor presente líquido (VPL) e do benefício periódico equivalente (BPE) ou valor anual equivalente (VAL), considerando uma taxa de juros alternativa de mercado de 10% a.a. (REZENDE & OLIVEIRA, 2001; REZENDE et al., 2006).

Tabela 2 – Preços, quantidades e receitas dos produtos do sistema agroflorestal.*Table 2* – Prices, amounts and revenues of the agroforestry system products.

Discriminação	Ano	Unidade	Preço (R\$/un)	Quantidade/ha ³	Receita (R\$/ha)
Arroz	0	Saca	26,00	20,16	524,16
Soja	1	Saca	29,00	21,60	626,40
Boi gordo	3 a n	@	57,00	16,50	940,50
Material lenhoso proveniente da limpeza de área	0	St	12,00	41,25	495,00
Madeira colhida para energia ¹	n	m ³	42,00	-	-
Madeira colhida para serraria ¹	n	m ³	102,00	-	-
Carvão entregue na siderúrgica	n	MDC	100,00	-	-
Produto 1 ²	n	m ³	400,00	-	-
Produto 2	n	m ³	420,00	-	-

¹Madeira entregue no local de corte;

²O preço de venda é para a entrega dos produtos 1 (tábuas de 10 cm de largura, 2,80 m de comprimento e 20 mm de espessura) e 2 (tábuas de 14 cm de largura, 2,80 m de comprimento e 37 mm de espessura) no pátio da serraria.

³As quantidades dos produtos florestais não foram colocadas na tabela, pois variam com a idade de corte e com o sítio em que foram produzidos.

Tabela 3 – Volume de madeira em tora para carvão e para serraria, volume de madeira serrada (produtos 1 e 2) e de carvão, para diversas idades de corte da floresta, no sítio 17,5 m.*Table 3* – Volume of timber for charcoal making and sawmill, volume of sawn wood (products 1 and 2) and charcoal, in various rotation ages of the forest, at site 17.5m.

Idade de corte (anos)	Volume de madeira em tora (m ³ /ha)		Volume de madeira serrada (m ³ /ha)		Volume de carvão (MDC/ha) ²
	Para carvão	Para serraria	Produto 1 ¹	Produto 2	
5	35,25	35,25	13,59	13,06	24,03
6	45,60	45,60	17,58	16,89	31,09
7	54,40	54,40	20,98	20,15	37,09
8	61,85	61,85	23,85	22,91	42,17
9	68,40	68,40	26,38	25,34	46,63
10	74,00	74,00	28,54	27,41	50,45
11	78,85	78,85	30,41	29,21	53,76
12	83,15	83,15	32,07	30,80	56,69

¹O rendimento do desdobro de toras na serraria foi determinado por Souza (2005) e foi de 38,57% para o produto 1 e de 37,05% para o produto 2; ²Este é o volume de carvão produzido com a madeira destinada a esta finalidade.

2.6 Análise de sensibilidade

Após determinar a rotação econômica para cada situação analisada no item anterior, simularam-se diversos cenários teóricos para detectar a sensibilidade

do VPL e do BPE às variações nos preços (madeira, carne bovina, arroz e soja), produtividade (eucalipto, arroz e soja) e percentual de madeira utilizada para serraria e para carvão.

Tabela 4 – Volume de madeira em tora para carvão e para serraria, volume de madeira serrada (produtos 1 e 2) e de carvão, para diversas idades de corte da floresta, no sítio 21,5 m.

Table 4 – Volume of timber for charcoal and sawmill, volume of sawn wood (products 1 and 2) and charcoal, in various rotation ages of the forest, at site 21.5m.

Idade de corte (anos)	Volume de madeira em tora (m ³ /ha)		Volume de madeira serrada (m ³ /ha)		Volume de carvão (MDC/ha)
	Para carvão	Para serraria	Produto 1	Produto 2	
5	50,61	50,61	19,52	18,75	34,50
6	63,95	63,95	24,66	23,69	43,59
7	69,85	69,85	26,94	25,87	47,62
8	75,25	75,25	29,02	27,88	51,30
9	79,70	79,70	30,74	29,52	54,33
10	83,40	83,40	32,16	30,89	56,857
11	86,95	86,95	33,53	32,21	59,27
12	89,95	89,95	34,69	33,32	61,32

FONTE: Souza (2005).

Tabela 5 – Volume de madeira em tora para carvão e para serraria, volume de madeira serrada (produtos 1 e 2) e de carvão, para diversas idades de corte da floresta, no sítio 25,5 m.

Table 5 – Volume of timber for charcoal and sawmill, volume of sawn wood (products 1 and 2) and charcoal, in various rotation ages of the forest, at site 25.5m.

Idade de corte (anos)	Volume de madeira em tora (m ³ /ha)		Volume de madeira serrada (m ³ /ha)		Volume de carvão (MDC/ha)
	Para carvão	Para serraria	Produto 1	Produto 2	
5	51,42	51,42	19,83	19,04	35,05
6	68,00	68,00	26,22	25,19	46,35
7	71,00	71,00	27,38	26,30	48,40
8	73,60	73,60	28,38	27,26	50,17
9	75,56	75,56	29,14	27,99	51,51
10	77,30	77,30	29,81	28,63	52,69
11	79,10	79,10	30,50	29,30	53,92
12	80,95	80,95	31,22	29,99	55,18

FONTE: Souza (2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Determinação da rotação econômica

O fluxo de caixa para o sistema agroflorestral implantado no sítio 17,5 m, considerando a venda de madeira colhida com o corte da floresta aos dez anos de idade encontra-se na Tabela 6. De quatro a nove anos o fluxo de caixa se repete, motivo pelo qual não foi incluído na tabela. Considerados isoladamente, os cultivos de arroz e de soja

são inviáveis economicamente, já que os custos destas atividades superam as receitas advindas da venda dos produtos. Entretanto, deve-se considerar o sistema agroflorestral como um todo e, assim, os benefícios proporcionados pelas atividades anuais, como adubações e tratos culturais que, indiretamente favorecem o crescimento do eucalipto. Nos três primeiros anos o saldo anual é negativo, ou seja, os custos são maiores que as receitas. No quarto ano ocorre o primeiro saldo positivo e,

Tabela 6 – Fluxo de caixa para o sistema agroflorestal para o sítio 17,5 m, considerando a venda de madeira colhida para serraria e para carvão.

Table 6 – Cash flow of the agroforestry system, considering the sale of the harvested wood for sawmill and charcoal, at site 17.5m.

Ano	Receitas		Custos		Saldo (R\$/ha)
	Fonte de receita	R\$/ha	Tipo de custo	R\$/ha	
0	Material lenhoso da limpeza da área	495,00	Implantação de eucalipto	1.956,78	
	Venda de arroz	524,16	Cultivo de arroz	690,40	
	<i>Sub-total</i>	<i>1.019,16</i>		<i>2.647,18</i>	
1	Venda de soja	626,40	Manutenção do eucalipto	299,24	
			Cultivo de soja	856,91	
			Despesas administrativas	99,24	
			Terra	90,00	
<i>Sub-total</i>		<i>626,40</i>		<i>1.345,39</i>	<i>-718,99</i>
2			Manutenção do eucalipto	263,81	
			Despesas administrativas	99,24	
			Formação de pastagem	323,42	
			Terra	90,00	
<i>Sub-total</i>		<i>0,00</i>		<i>676,47</i>	<i>-776,47</i>
3	Venda de boi	940,50	Manutenção do eucalipto	237,08	
			Despesas administrativas	99,24	
			Infra-estrutura da pecuária	171,31	
			Insumos da pecuária	64,03	
			Mão-de-obra da pecuária	17,69	
			Depreciação	2,49	
			Aquisição de novilhos	519,75	
			Terra	90,00	
<i>Sub-total</i>		<i>940,50</i>		<i>1.201,59</i>	<i>-261,09</i>
4	Venda de boi	940,50	Manutenção do eucalipto	144,17	
			Despesas administrativas	99,24	
			Insumos da pecuária	64,03	
			Mão-de-obra da pecuária	17,69	
			Depreciação	2,49	
			Aquisição de novilhos	519,75	
<i>Sub-total</i>		<i>940,50</i>		<i>937,37</i>	<i>3,13</i>
↓					
9	Venda de boi	940,50	Manutenção do eucalipto	144,17	
			Despesas administrativas	99,24	
			Insumos da pecuária	64,03	
			Mão-de-obra da pecuária	17,69	
			Depreciação	2,49	
			Aquisição de novilhos	519,75	
<i>Sub-total</i>		<i>940,50</i>		<i>937,37</i>	<i>3,13</i>
10	Venda de boi	940,50	Manutenção do eucalipto	188,31	
	Venda de madeira colhida para serraria	7.548,00	Despesas administrativas	99,24	
	Venda de madeira colhida para carvão	3.108,00	Insumos da pecuária	64,03	
			Mão-de-obra da pecuária	17,69	
			Depreciação	2,49	
			Aquisição de novilhos	519,75	
			Terra	90,00	
			Colheita	1.707,92	
<i>Sub-total</i>		<i>11.596,50</i>		<i>2.685,43</i>	<i>8.911,07</i>

a partir daí, há saldo positivo até o décimo ano quando ocorre a venda de madeira. Fluxos de caixa semelhantes a estes foram construídos para idades variando de 5 a 12 anos e os valores de VPL e BPE calculados para estas situações se encontram nas Tabelas 7, 8 e 9, para os três sítios em estudo.

Como se observou na Tabela 7, a venda da madeira, apenas na forma de tora, apresenta menores valores de VPL e BPE quando se compara às vendas da madeira serrada e da madeira para carvão.

No caso de um único corte da floresta seguido da substituição da atividade, o VPL apontou como idade ótima de corte para as três situações estudadas, a idade de 9 anos. Para o caso de continuidade da atividade, ou seja, novas implantações a cada corte da floresta, o BPE mostrou que a idade ótima de corte do povoamento florestal seria aos 8 anos.

A lucratividade da atividade aumentou consideravelmente quando se abandonou a idéia de venda da madeira em tora, optando-se pela venda de madeira serrada e madeira para carvão. A diferença por hectare no caso de se trabalhar com o produto 1 para serraria (VPL=860,57) e não com a venda da madeira em tora (VPL=R\$379,68) foi de R\$480,89.

Pelos dados da Tabela 8, observa-se o efeito do sítio na idade de corte da floresta. Com sítios mais produtivos e o máximo incremento em volume acontecendo mais cedo, era de se esperar que a idade de corte do ponto de vista econômico, seguisse a mesma tendência, fato observado pela antecipação em três anos da idade de corte da floresta que, para o sítio 17,5 m foi aos 9 anos e, para o sítio 21,5 m, foi aos 6 anos.

Um ponto importante a ser considerado sobre o sítio mais produtivo é a antecipação da maximização do lucro. Se num sítio mais pobre era preciso esperar 9 anos para a obtenção do lucro máximo, com um sítio mais produtivo, como é o caso dos sítios 21,5 m e 25,5 m, antecipou-se em três anos essa maximização. Tal fato é importante quando se considera a quantidade de recursos imobilizados durante a fase de maturação do projeto.

Na Tabela 9, observa-se mais fortemente o efeito do sítio mais produtivo na lucratividade. A idade de corte permaneceu aos 6 anos, porém, a diferença máxima entre os 3 usos possíveis para a madeira, ou seja, venda da madeira em tora (VPL = R\$1.502,83) contra venda da madeira para carvão e serraria para o produto 2 (VPL = R\$2.229,67) foi de R\$1.176,84/ha.

3.2 Viabilidade econômica do sistema agroflorestal

Uma vez determinada a idade ótima de corte em 9 anos para o sítio 17,5 m e em 6 anos para os sítios 21,5 m e 22,5 m, as análises passaram a ser realizadas sempre com base nessas idades.

Os valores dos VPLs mostraram que, independente do sítio, o melhor preço alcançado pelo produto 2 o torna mais atrativo que o produto 1. O efeito do sítio ficou evidenciado, mostrando o maior valor para os 2 produtos no sítio mais produtivo.

O efeito da agregação de valor ao produto pode ser visualizado nas Tabelas 7, 8 e 9, que apresentam o VPL para as três condições de venda da madeira: madeira colhida (aproveitamento para serraria e carvão); madeira serrada (produto 1) e carvão para siderurgia e madeira serrada (produto 2) e carvão para siderurgia. A tendência é que quanto mais trabalhado for o produto, maior valor será atingido por esse produto no mercado.

Uma vez que foi mostrada a influência do sítio nas análises, deste ponto em diante do estudo, todas as condições trabalhadas foram referentes ao sítio 21,5 m.

3.3 Análise de sensibilidade

3.3.1 Variações na quantidade de madeira aproveitada para carvão e para serraria

Para a venda da madeira em tora, o sistema agroflorestal não é uma alternativa viável economicamente, se toda a madeira for aproveitada para carvão. Nesta situação o VPL é de -R\$939,49. Como é de se esperar, à medida que a proporção de madeira colhida vendida para serraria aumenta o VPL também aumenta em virtude da maior agregação de valor ao produto. Assim, quando for aproveitado 25% da madeira para serraria e 75% para carvão, o VPL atinge R\$143,35. O mesmo efeito foi sentido quando se utilizou a madeira para os produtos 1 e 2.

Para o caso anterior, foi necessário que, no mínimo, 23% do volume da madeira tivessem sido destinados para serraria, para que o sistema começasse a dar lucro. Nesse caso, o VPL foi de R\$56,82.

Seguindo a mesma linha, a agregação de valor ao produto influencia no VPL. Neste caso, bastou que no mínimo 17% do volume de madeira fossem destinados à venda de madeira serrada para o sistema começar a dar lucro, que foi de R\$30,88.

A situação máxima em termos de retorno encontra-se na Tabela 10, sendo que, ao se utilizar 75% da madeira serrada, obteve-se um lucro de R\$3.311,55. Nesse caso, 16% do volume total tendo sido destinado à venda de madeira serrada para o produto 2, já tornou o negócio lucrativo.

Tabela 7 – VPL e BPE considerando a venda de madeira em tora, de madeira serrada e de carvão, para diversas idades de corte da floresta, no índice de sítio 17,5 m.

Table 7 – NPV and PEB considering the sale of the timber, sawn wood and charcoal, in various rotation ages of the forest, at site 17.5m.

Idade (anos)	Venda de madeira em tora		Venda de madeira serrada (produto 1) e carvão		Venda de madeira serrada (produto 2) e carvão	
	VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)	VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)	VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)
5	-496,21	-130,90	-133,37	-35,18	-81,75	-21,57
6	-26,10	-5,99	400,60	91,98	461,30	105,92
7	240,86	49,47	703,64	144,53	769,47	158,05
8	357,77	67,06	836,09	156,72	904,13	169,47
9	379,68	65,93	860,57	149,43	928,98	161,31
10	324,78	52,86	797,75	129,83	865,03	140,78
11	219,35	33,77	677,50	104,31	742,67	114,34
12	83,63	12,27	522,84	76,73	585,32	85,90

Tabela 8 – VPL e BPE considerando a venda de madeira em tora, de madeira serrada e de carvão, para diversas idades de corte da floresta, no índice de sítio 21,5 m.

Table 8 – NPV and PEB considering the sale of the timber, sawn wood and charcoal, in various rotation ages of the forest, at site 21.5m.

Idade (anos)	Venda de madeira em tora		Venda de madeira serrada (produto 1) e carvão		Venda de madeira serrada (produto 2) e carvão	
	VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)	VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)	VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)
5	657,05	173,33	1.177,99	310,75	1.252,10	330,30
6	1.226,40	281,59	1.824,82	418,99	1.909,94	438,54
7	1.199,55	246,39	1.793,76	368,45	1.878,29	385,81
8	1.113,66	208,75	1.695,61	317,83	1.778,40	333,35
9	959,17	166,55	1.519,50	263,85	1.599,21	277,69
10	763,01	124,18	1.296,05	210,93	1.371,88	223,27
11	562,65	86,63	1.067,86	164,41	1.139,72	175,48
12	345,63	50,73	820,76	120,46	888,35	130,38

3.3.2 Variações em produtividade dos produtos do sistema agroflorestal

Os dados da Tabela 11 mostram as simulações de variações na produtividade dos produtos do sistema, para o caso de venda de madeira serrada (produto 2) e de carvão, que é a situação de maior viabilidade econômica. As simulações foram feitas considerando-se um aproveitamento de 20% da madeira para serraria e 80% da madeira para carvão. Nesse caso, a produtividade de madeira precisa cair a menos

de 120,49 m³/ha para que o sistema se torne uma alternativa inviável economicamente. Nota-se que, a esta produtividade, o VPL e o BPE têm o valor zero.

Havendo queda na safra de soja, ou seja, se a produtividade desta cultura for a 60%, o SAF também vai apresentar VPL e BPE iguais a zero. Para a cultura do arroz, uma perda na safra de 56,5% implica em VPL e BPE iguais a zero. Qualquer percentual abaixo dos apresentados para cada componente considerado inviabiliza o sistema.

Tabela 9 – VPL e BPE considerando a venda de madeira em tora, de madeira serrada e de carvão, para diversas idades de corte da floresta, no índice de sítio 25,5 m.

Table 9 – NPV and PEB considering the sale of timber, sawn wood and charcoal, in various rotation ages of the forest, at site 25,5m.

Idade (anos)	Venda de madeira em tora		Venda de madeira serrada (produto 1) e carvão		Venda de madeira serrada (produto 2) e carvão	
	VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)	VPL (R\$/há)	BPE (R\$/ha)	VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)
5	717,49	189,27	1.246,72	328,88	1.322,01	348,74
6	1.502,83	345,06	2.139,15	491,16	2.229,67	511,95
7	1.270,91	261,05	1.874,90	385,12	1.960,82	402,76
8	1.020,59	191,30	1.589,77	297,99	1.670,75	313,17
9	747,12	129,73	1.278,38	221,98	1.353,95	235,10
10	478,63	77,89	972,68	158,30	1.042,97	169,74
11	229,95	35,40	689,55	106,16	754,93	116,23
12	-1,13	-0,17	426,46	62,59	487,28	71,52

Tabela 10 – VPL considerando variações nas porcentagens de aproveitamento da madeira para serraria e para carvão – venda de madeira serrada (produto 2) e carvão.

Table 10 – NPV considering variations in the percentages of wood utilization for sawmill and charcoal – sale of sawn wood (product 2) and charcoal.

Porcentagem de madeira		VPL (R\$/ha)
Carvão	Serraria	
100%	0%	-893,27
75%	25%	508,34
50%	50%	1.909,94
25%	75%	3.311,55

A situação apresentada mostrou que as atividades que compõem o sistema agroflorestal são dependentes umas das outras, e que o mesmo deve ser avaliado como um todo e não por atividade.

3.3.3 Variações nos preços dos produtos

As simulações de mudanças nos preços dos produtos do sistema agroflorestal mostraram que, no caso de venda de madeira em pé (Tabela 12), mantendo-se constante o preço da madeira para carvão (R\$100,00/m³), o preço da madeira para serraria precisaria cair a R\$377,38/m³ para que o VPL e o BPE se igualassem a zero. Por outro lado, mantendo-se constante o preço de venda da madeira para serraria (R\$ 420,00/m³), se o preço do carvão caísse de R\$100,00 para R\$94,00 os valores de VPL e BPE seriam

iguais a zero. Essa pouca flexibilidade às variações no preço do carvão foi devido ao uso de 80% do volume total para esse fim.

Mantendo-se o preço dos demais produtos constante, o sistema aceitou, ainda, queda no preço da arroba do boi para R\$51,72 e mesmo assim se atingiria o lucro zero.

No caso das culturas anuais, a soja poderia sofrer alterações de preço até uma redução em 40% no preço atual para que o VPL e o PBE atingissem valor zero. Com o arroz, queda de até 43,5% no preço de mercado levou o VPL e o BPE a zero.

Com essas análises, observa-se que no sistema como um todo, a atividade florestal e a pecuária têm pesos maiores que as culturas anuais, embora o sistema sempre deva ser avaliado em seu conjunto.

Tabela 11 - VPL e BPE para diversos níveis de produtividade da madeira, da soja e do arroz, considerando a venda de madeira serrada (produto 2) e de carvão.

Table 11 - NPV and PEB of various productivity levels of wood, soybean and rice, considering the sale of sawn wood (product 2) and charcoal.

Madeira (m ³ /ha)	Produtividade		VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)
	Soja (saca/ha)	Arroz (saca/ha)		
127,90	21,60	20,16	228,01	52,35
120,49			0,00	0,00
127,90	21,60	20,16	228,01	52,35
	12,96		0,00	0,00
127,90	21,60	20,16	228,01	52,35
		11,39	0,00	0,00

* Para a madeira considerou-se um aproveitamento de 20% para serraria e 80% para carvão.

Tabela 12 – VPL e BPE para diversos preços de venda da madeira serrada (produto 2), do carvão, do boi gordo, da soja e do arroz.

Table 12 – NPV and PEB for several sales' price of sawn wood (product 2), charcoal, beef, soybean and rice.

Madeira serrada (R\$/m ³)	Carvão (R\$/MDC)	Preço			VPL (R\$/ha)	BPE (R\$/ha)
		Boi (R\$/@)	Soja (R\$/saca)	Arroz (R\$/saca)		
420,00	100,00	57,00	29,00	26,00	228,01	52,35
377,38	100,00	57,00	29,00	26,00	0,00	0,00
420,00	94,00	57,00	29,00	26,00	0,00	0,00
420,00	100,00	51,72	29,00	26,00	0,00	0,00
420,00	94,00	57,00	17,40	26,00	0,00	0,00
420,00	100,00	57,00	29,00	14,69	0,00	0,00

* Para a madeira considerou-se uma produtividade de 127,9 m³/ha.

* Para a madeira considerou-se um aproveitamento de 20% para serraria e 80% para carvão.

4 CONCLUSÕES

A idade de corte do povoamento florestal sofreu influência do sítio, tendo sido de 9 anos para o sítio menos produtivo e de 6 anos para os sítios mais produtivos, considerando um único ciclo para o sistema agroflorestal. Para diversos ciclos, a idade ótima de corte foi aos 8 anos para o sítio menos produtivo e aos 6 anos para o sítio mais produtivo.

Os sítios mais produtivos proporcionaram maior lucro e menos tempo de imobilização do capital.

Houve aumento significativo na viabilidade econômica do sistema agroflorestal, à medida que se agregou valor aos produtos.

O sistema começou a ser viável economicamente a partir do uso de pelo menos 16% da madeira para serraria.

A viabilidade econômica do sistema depende mais da atividade florestal e da pecuária do que das atividades anuais. Houve maior tolerância às variações nos preços e nas produtividades da soja e do arroz.

5 AGRADECIMENTOS

À Companhia Mineira de Metais – Unidade Agroflorestal, nas pessoas dos Engenheiros Florestais Luciano Lage Magalhães e Vicente de Paula Silveira, pelo apoio à pesquisa durante a fase de coleta de dados na área da empresa. À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática dos Estado de Minas Gerais: climatologia agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 9-13, jun. 1986.

DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; PASSOS, C. A. M.; JUCKSCH, I.; GARCIA, R. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores socioeconômicos. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 161-177, jun. 2000.

DUBE, F.; COUTO, L.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; GARCIA, R.; ARAÚJO, G. A. A. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brasil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 55, p. 73-80, 2002.

FRANCO, F. S. **Sistemas agroflorestais**: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na Zona da Mata de Minas Gerais. 2000. 147 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

MACDICKEN, N. K.; VERGARA, N. T. **Agroforestry**: classification and management. New York: J. Wiley and Sons, 1990. 382 p.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 2001. 389 p.

REZENDE, J. L. P.; PÁDUA, C. T. J.; OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S. Análise econômica do fomento florestal com o eucalipto no Estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 221-231, jul./set. 2006.

SOUZA, A. N. **Crescimento, produção e análise econômica de povoamentos clonais de *Eucalyptus sp* em sistemas agroflorestais**. 2005. 203 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.