

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO NO ALTO JEQUITINHONHA-MG¹

Economic Evaluation of Eucalyptus Plantations in the Alto Jequitinhonha-MG

Alberto Pereira de Souza², Reynaldo Campos Santana³, Gilciano Saraiva Nogueira⁴, Márcio Romarco Leles de Oliveira⁵, Álvaro Nogueira de Souza⁶ e Humberto Angelo⁷

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de indicadores econômicos, o cultivo de madeira de eucalipto por produtores rurais (PR) no Alto Jequitinhonha-MG, para produção de carvão vegetal. Para estimativa dos custos de formação de florestas, foram consideradas três tecnologias (duas utilizadas por uma empresa de vanguarda tecnológica e uma pelos PR), os padrões operacionais obtidos por esses produtores, os custos de insumos, entre outros, conforme praticado no mercado da região. Na análise foram utilizados dois indicadores de retorno econômico (Valor Presente Líquido e Benefício Periódico Equivalente), um indicador de risco (Taxa Interna de Retorno) e diferentes cenários para comercialização da madeira na floresta em pé, sendo a base desses cenários o valor de mercado de R\$40,00 m³, quando a madeira era destinada para produção de carvão. De acordo com a análise econômica, nos preços de mercado da época, a produção de carvão vegetal foi economicamente viável nas três tecnologias estudadas. A tecnologia utilizada pelos PR não ofereceu os melhores resultados econômicos em qualquer dos cenários de preços estudados, quando comparados com os obtidos com a tecnologia utilizada pela empresa.

Palavras-chave: biomassa, carvão vegetal, produtor rural e tecnologia florestal.

Abstract: *The purpose of this study was to evaluate the yield of eucalyptus plantations by local small farmers in the Alto Jequitinhonha region, State of Minas Gerais. To estimate the costs of forest plantation and management, three technology levels were considered (two used by local forest companies employing higher technical standards and one based on the typical local farmer's methods). It was used data obtained from these companies and local farmers, such as their costs, local market prices and operational methods. For the analysis, the main economic indicators used were Net Present Value, Equivalent Periodic Benefit, Internal Rate of Return (IRR), for different commercial scenarios. The regional prices for eucalyptus timber (in the stands) vary from R\$ 40.00 m³, mainly for charcoal production. The economic analysis indicated that, at the current market prices, producing eucalyptus is viable for all three alternatives studied. However, as expected, the technology used by the farmers did not offer the best economic return in comparison to the technology used by the companies.*

Keywords: biomass, charcoal, Forest farmer, forest technology.

¹ Recebido para publicação em 10.11.2012 e aceito em 2.12.2012.

² Engenheiro Florestal, M.Sc., <alberto.souza@ufvjm.edu.br>, Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Rodovia MGT 367, Km 583, n. 5000 - Alto da Jacuba, Diamantina-MG; ³ Prof., Dr., <silviculturafvjm@yahoo.com.br>, UFVJM; ⁴ Prof. Dr., <nogueirags@yahoo.com.br>, UFVJM; ⁵ Prof., Dr., <marcioromarco@gmail.com>, UFVJM; ⁶ Prof., Dr., Engenheiro Florestal, Doutor, <alvarosouza14@gmail.com>, Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília – UNB, Caixa Postal 04357, Brasília-DF; ⁷ Engenheiro Florestal, Doutor, UNB, <humb@unb.br>.

1 INTRODUÇÃO

Os plantios de eucalipto no Alto Jequitinhonha são expressivos e desempenham importante papel socioeconômico em uma região que possui um dos mais baixos Índices de Desenvolvimento Humano do Brasil (FUNDAÇÃO..., 2011). Nessa atividade, a participação de produtores rurais (PR) que plantam em escala reduzida tem se destacado nos últimos anos, concomitantemente com as tradicionais práticas agropecuárias. Um fator que chama atenção é o destino da madeira quase sempre para produção de carvão vegetal, para ser utilizado como biorredutor no processo de transformação do minério em ferro.

Apesar dos plantios dos PR estarem próximos ou mesmo em condições limítrofes às áreas das grandes empresas florestais, percebem-se distintas tecnologias sendo empregadas na produção de madeira. Normalmente as grandes empresas empregam as melhores tecnologias desenvolvidas para potencializar a capacidade produtiva dos sítios florestais. No entanto, essas tecnologias não são empregadas pelos produtores rurais, o que compromete a produtividade de suas florestas, principalmente devido à baixa qualidade do material genético utilizado e à restrita quantidade de fertilizantes aplicados, características da tecnologia usada pelas empresas florestais ainda no início de seus plantios nos anos de 1970 e nos primeiros anos da década de 1980 (SOUZA, 2012).

Estudos têm demonstrado o potencial dos impactos sociais benéficos associados à contribuição da receita da produção florestal (REZENDE et al., 2008). A melhor decisão tomada pelos PR no Vale do Jequitinhonha em relação à tecnologia reveste-se, portanto, da maior relevância também social.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os custos de formação e condução de florestas de produtores rurais que plantam em escala reduzida no Alto Jequitinhonha-MG, quando a floresta é direcionada para produção de

carvão vegetal, sob três diferentes tecnologias de silvicultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Estudou-se a produção florestal de eucalipto obtida pelos produtores rurais (PR) com a utilização de três diferentes tecnologias, definidas como I, II e III. Os dados de produtividade, custo e rendimentos operacionais utilizados nas tecnologias I e II foram obtidos por meio de entrevistas com pesquisadores da gerência de pesquisa de uma grande empresa florestal especializada na produção de carvão vegetal, com experiência relevante com plantios seminiais, além de ser também uma das principais empresas brasileiras que desenvolve e comercializa materiais genéticos superiores, atestando seu potencial produtivo.

Para obtenção dos dados da tecnologia III aplicou-se, entre agosto e novembro de 2010, um formulário a 71 PR escolhidos aleatoriamente em uma população finita constituída por 583 PR que apresentaram a Declaração de Colheita e Comercialização (DCC) ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) entre janeiro de 2008 e outubro de 2009. Esta intensidade de amostragem foi estabelecida de acordo com Monte e Teixeira (2006). As DCC foram provenientes de propriedades localizadas em Aricanduva, Angelândia, Carbonita, Capelinha, Itamarandiba, Minas Novas, Turmalina e Veredinha, municípios que possuem 82% da área plantada com *Eucalyptus* spp. no Alto Jequitinhonha.

A tecnologia I é a utilizada atualmente pela empresa: produtividade esperada de 30 e 35 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no espaçamento 3 x 2 m, para *Eucalyptus cloesiana* e *E. urophylla*, respectivamente; mudas seminiais com alto grau de melhoramento; subsolagem a 40 – 50 cm de profundidade, fertilização de 500 kg ha⁻¹ de fosfato natural de Araxá em filete contínuo na subsolagem; 150 kg ha⁻¹ de NPK 4:26:16 + 0,5% de boro em cobertura 30 dias pós-plantio em covetas laterais e 200 kg ha⁻¹ na

condução da brotação; aos 12 meses de idade: 2.000 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio a lanço nas entrelinhas mais 180 kg ha⁻¹ de KCl na projeção da copa; e aos 24 meses de idade: 180 kg ha⁻¹ de KCl.

A tecnologia II foi utilizada pela empresa nos últimos anos da década de 1980 e nos primeiros anos de 1990: produtividade esperada de 22 e 25 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no espaçamento 3 x 2 m, para *Eucalyptus cloesiana* e *E. urophylla*, respectivamente; mudas seminais com alto grau de melhoramento; subsolagem a 40 – 50 cm de profundidade, fertilização de 300 kg ha⁻¹ de fosfato natural de Araxá em filete contínuo na subsolagem; 200 kg ha⁻¹ de NPK 4:26:16 + 0,5% de boro em cobertura 30 dias pós-plantio em covetas laterais e 250 kg ha⁻¹ na condução da brotação; aos 12 meses de idade: 90 kg ha⁻¹ de KCl na projeção da copa.

A tecnologia III é a utilizada pelos PR: produtividade esperada 18 a 20 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no espaçamento 3 x 1 m, para *Eucalyptus cloesiana* e *E. urophylla*, respectivamente; mudas seminais; gradagem pesada na área total (grade 16 x 32") e sulcamento com profundidade em torno de 20 cm; e fertilização de 333 kg ha⁻¹ de NPK 6:30:6 em cobertura 30 dias pós-plantio em covetas laterais.

Em todas as tecnologias considerou-se que o material genético empregado nos plantios era de origem seminal. Definiu-se o horizonte de planejamento de 14 anos, com colheitas no sétimo e 14º ano. Assumiu-se uma redução de 20% da produção entre a primeira e a segunda rotação. Foram considerados os custos de insumos, mudas, locação de máquinas e equipamentos e de mão de obra, praticados no mercado regional no Alto Jequitinhonha (Quadro 1).

Foram estabelecidos quatro cenários de preços para o cálculo das receitas, considerando o valor pago por volume (m³) para floresta em pé para produção de carvão: R\$50,00, R\$40,00, R\$30,00 e R\$20,00. O valor de R\$40,00 refere-se ao valor de mercado em dezembro de 2011, e os demais foram utilizados com o intuito de avaliar possíveis aquecimentos e retrações do mercado de carvão vegetal.

Foram considerados os indicadores de retorno econômico Valor Presente Líquido (VPL) e Benefício Periódico Equivalente (BPE), e um indicador de risco, Taxa Interna de Retorno (TIR), cujo tratamento teórico, bem como as fórmulas de cálculos, está disponível em diversos estudos, como em Silva e Fontes (2005), Castro et al. (2011) e Ribeiro et al. (2011). A taxa de juros foi de 8,5%, maior taxa empregada pelo Banco do Nordeste do Brasil

Quadro 1 - Custos de insumos, mudas, locação de máquinas e equipamentos e de mão de obra praticados no mercado regional no Alto Jequitinhonha

Table 1 - Costs of inputs, seeds, machinery, equipment rental and labor for the Upper Jequitinhonha market

Custos Adotados	R\$
Fosfato natural de Araxá reativo (t)	740,0
NPK 4:26:16 + 0,5% de boro (t)	1.156,0
KCl (t)	1.516,0
Mudas seminais (milheiro)	150,0
Motoniveladora (custo/hora)	120,0
Trator agrícola com grade 16 x 32" (custo/hora)	120,0
Trator agrícola com implementos leves (custo/hora)	80,0
Salário mínimo (160 horas efetivamente trabalhadas ao mês)	622,0
Encargos sociais e benefícios	497,6
US\$ 1,00 = R\$ 1,80	

para financiamento de plantios de eucalipto na região de estudo (BNB, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os custos totais para implantação e formação de 1 hectare de floresta, na primeira e na segunda rotação, foram de R\$5.473,00, R\$3.582,00 e R\$3.685,00 para as tecnologias I, II e III, respectivamente. Os custos da primeira rotação corresponderam a 61% na primeira tecnologia e a 65% nas demais. Os custos para as tecnologias II e III foram muito semelhantes, apesar de a diferença de produtividade esperada para a terceira ter sido 20% inferior à da segunda. Basicamente, as atividades previstas na manutenção das três

tecnologias foram conservar estradas e aceiros e combater formiga, o que explica os baixos custos nessa fase das florestas. O valor estimado para a tecnologia I foi coerente com o custo total declarado pela Aperam, quando foram utilizados plantios clonais com eucalipto híbridos de *E. urophylla*, R\$7.500,00, sendo R\$4.850,00 e R\$2.650,00 para a primeira e a segunda rotação, respectivamente. O custo 37% superior obtido pela Aperam era esperado, porque os procedimentos adotados pelos PR não consideraram custos decorrentes de características de organizações empresariais de grande porte; e o custo estimado das tecnologias II e III para os anos zero e 1 ficou próximo ao custo de R\$ 2.514,00 encontrado por Cordeiro et al. (2010) (Quadro 2).

Quadro 2 - Custos anuais e por operação para um ciclo de corte de 14 anos com eucalipto, estimados para propriedades rurais com base em diferentes tecnologias

Table 2 - Annual costs for operation. Harvesting cycle of 14 years for three technical standards

Fase – Operação	Tecnologia		
	I	II	III
Implantação – ano 0	R\$ 1,00		
1º controle de formigas (localizado)	34	34	34
2º controle de formigas (sistemático)	26	26	26
3º controle de formigas (plantio)	17	17	17
Abertura de estradas e aceiros	52	52	52
Roçada mecanizada (área total)	94	94	94
Aplicação de herbicida área total (barra)	153	153	0
Subsolagem com aplicação de fosfato	583	427	0
Gradagem na área total e sulcamento	0	0	230
Mudas, plantio e replantio (10%)	479	479	957
Adubação de plantio (NPK)	196	257	425
Custos indiretos e outros	180	160	130
Total ano 0	1.814	1.699	1.965
Capina	150	150	150
Adubação de cobertura	731	158	0
Controle de formigas	17	17	17
Conservação de estradas e aceiros	12	12	12
Custos indiretos e outros	80	60	40
Total ano 1	990	397	219
Adubação de cobertura	301	0	0
Controle de formigas	17	17	17
Conservação de estradas e aceiros	12	12	12
Custos indiretos e outros	25	15	15
Total ano 2	355	44	44
Controle de formigas	17	17	17
Conservação de estradas e aceiros	12	12	12
Custos indiretos e outros	15	15	15
Total ano 3 a 6	44	44	44

Continua ...

Quadro 2, cont. / Table 2, cont.

Fase – Operação	Tecnologia		
	I	II	III
Redução de brotação	105	105	210
Controle de formigas (localizado)	34	34	34
Capina	150	150	150
Adubação de cobertura	256	318	425
Controle de formigas	17	17	17
Conservação de estradas e aceiros	12	12	12
Custos indiretos e outros	160	120	100
Total ano 7	734	756	948
Adubação de cobertura	720	157	0
Controle de formigas	17	17	17
Conservação de estradas e aceiros	12	12	12
Custos indiretos e outros	80	60	40
Total ano 8	829	246	69
Adubação de cobertura	301	0	0
Controle de formigas	17	17	17
Conservação de estradas e aceiros	12	12	12
Custos indiretos e outros	25	15	15
Total ano 9	355	44	44
Controle de formigas	17	17	17
Conservação de estradas e aceiros	12	12	12
Custos indiretos e outros	15	15	15
Total ano 10 a 14	44	44	44
Total geral	5.473	3.582	3.685

As principais diferenças de investimento são em relação ao espaçamento, ao preparo do solo e às fertilizações empregadas. A opção de utilizar o espaçamento 3 x 1 m na tecnologia III implicou um investimento 50% maior com mudas. Na tecnologia II foi gasto aproximadamente 32% a mais em adubo que na tecnologia III. A adubação representou 48, 30, 22%, respectivamente, para as tecnologias I, II e III, tendo sido investido na tecnologia I 2,5 vezes o valor investido na tecnologia II e 3,3 vezes em relação à tecnologia III. Considerando a pequena diferença entre os custos totais relativos às tecnologias II e III e a significativa diferença de produtividade entre eles, o custo da fertilização em ambos demonstra um erro de estratégia adotado na tecnologia III (Quadro 3).

A taxa de juros considerada está coerente com as taxas empregadas em estudo no setor florestal, entre 6,0 e 12%, conforme Castro et al. (2011). O VPL, o B(C) PE e a TIR encontrados, critérios que consideram a variação do

Quadro 3 - Custos estimados de adubos para três tecnologias empregadas em plantações de eucalipto e ciclo de corte de 14 anos**Table 3** - Estimated costs of fertilizers for three technology standards (Harvesting cycle of 14 years)

Ocorrência	Adubo	Tecnologia		
		I	II	III
		R\$1,00 ha ⁻¹		
Ano 0	Fosfato	389	233	-
Ano 0	Adubo NPK	182	243	405
Ano 1	KCl	287	144	-
Ano 1	Agrosilício	336	-	-
Ano 2	KCl	287	-	-
Total 1ª rotação		1.481	620	405
Ano 7	Adubo NPK	242	304	405
Ano 8	KCl	287	144	-
Ano 8	Agrosilício	336	-	-
Ano 9	KCl	287	-	-
Total 2ª rotação		1.152	448	405
Total ciclo		2.633	1.068	810

Quadro 4 - Valor Presente Líquido – VPL, Benefício Periódico Equivalente – BPE – e Taxa Interna de Retorno – TIR – para o plantio de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus cloesiana* no Alto Jequitinhonha, considerando três níveis de produtividade e diferentes preços de comercialização

Table 4 - Net Present Value - VPL, Equivalent Periodic Benefit - BPE - and Internal Rate of Return - TIR of *Eucalyptus urophylla* and *Eucalyptus cloesiana* in the Upper Jequitinhonha area for three levels of productivity and trade prices

Preço da Madeira (R\$ m ⁻³)	Produtividade (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹) ⁽¹⁾						
		35*	25*	20*	30**	22**	18**
50	VPL (R\$ ha ⁻¹)	5.799,0	4.294,0	2.740,0	11.253,0	8.485,0	6.299,0
	BPE (R\$ ha ⁻¹)	724,0	536,0	342,0	1.405,0	1.059,0	786,0
	TIR (%)	23,7	23,5	18,8	31,8	31,9	27,1
40	VPL (R\$ ha ⁻¹)	3.789,0	2.859,0	1.591,0	9.531,0	7.222,0	5.266,0
	BPE (R\$ ha ⁻¹)	473,0	357,0	199,0	1.190,0	902,0	657,0
	TIR (%)	19,4	19,6	15,1	29,5	29,7	25,0
30	VPL (R\$ ha ⁻¹)	1.780,0	1.423,0	443,0	7.808,0	5.959,0	4.232,0
	BPE (R\$ ha ⁻¹)	222,0	178,0	56,0	975,0	744,0	528,0
	TIR (%)	14,6	14,9	10,6	26,9	27,2	22,7
20	VPL (R\$ ha ⁻¹)	-231,0	-13,0	-707,0	6.086,0	4.696,0	3.199,0
	BPE (R\$ ha ⁻¹)	-29,0	-2,0	-88,0	760,0	586,0	399,0
	TIR (%)	7,6	8,4	5,5	24,0	24,4	20,1

⁽¹⁾ primeira rotação; horizonte de planejamento de 14 anos, colheitas no sétimo e 14^o anos; taxa de juros: 8,5% ao ano; * *Eucalyptus urophylla*; e ** *Eucalyptus cloesiana*.

capital no tempo (DAVIS; JONHSON, 1987) e se completam (SILVA; FONTES, 2005), demonstraram que os investimentos são viáveis no atual preço de mercado para produção de carvão (R\$40,00 m⁻³) em qualquer das tecnologias empregadas, sendo a melhor opção a tecnologia I. Demonstraram também vulnerabilidade dos produtores no caso de possíveis retrações desse mercado, independentemente da tecnologia. No cenário de preço de comercialização de R\$20,00 m⁻³, todos os investimentos apresentaram inviabilidade econômica, o que exige atenção dos PR, visto que o preço de carvão é sensível aos preços principalmente do mercado gusa (COELHO JUNIOR et al., 2006; CASTRO et al., 2007; NOCE et al., 2008), portanto ele influencia o preço da madeira (Quadro 4).

O VPL igualou-se a zero quando os preços de madeira foram de R\$21,10, R\$20,10 e R\$26,10 m⁻³, respectivamente, para as tecnologias I, II e III. Esses valores demonstraram uma margem de praticamente 100% em

relação ao preço atual de referência de mercado de madeira para produção de carvão e a importância do produtor rural utilizar as tecnologias I e II, em especial a tecnologia I, que potencializou a utilização das terras e o retorno econômico.

4 CONCLUSÃO

A produção de carvão mostrou-se economicamente viável nas três tecnologias estudadas, entretanto a tecnologia utilizada pelos produtores rurais na região de estudo não ofereceu os melhores resultados em qualquer dos cenários de preços analisados, quando comparada com a tecnologia utilizada por uma grande empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL – BNB. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/Produtos_e_Servicos/Cresce_Nordeste/gerados/cresce_nordeste_reflorestamento.asp> acesso em nov. de 2011.

- COELHO JUNIOR, L. M. et al. Análise temporal do preço do carvão vegetal oriundo de floresta nativa e de floresta plantada. **R. Sci. For.**, n. 70. p. 39-48, 2006.
- CASTRO, R. R. et al. Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal. **R. Cerne**, v. 13, n. 4, p. 353-359, 2007.
- CASTRO, R. V. O. et al. Avaliação econômica de um povoamento de eucalipto desbastado e destinado a multiprodutos da madeira. **R. Sci. For.**, v. 39, n. 91, p. 351-357, 2011.
- CORDEIRO, S. A. et al. Contribuição do fomento do órgão florestal de Minas Gerais na lucratividade e na redução de riscos para produtores rurais. **R. Árvore**, v. 34, n. 2, p. 367-376, 2010.
- DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1987. 789 p.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – FJP. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2011.
- NOCE, R. et al. Choque de preço no mercado de carvão vegetal: 1997/2005. **R. Cerne**, v. 14, n. 1, p. 17-22, 2008.
- MONTE, E. Z.; TEIXEIRA, E. C. Determinantes da adoção da tecnologia de despolpamento na cafeicultura. **R. Econ. Sociol. Rural**, v. 44, n. 2, p. 201-217, 2006.
- REZENDE, J. L. P. et al. Indicadores de desenvolvimento humano de regiões assistidas por um programa de fomento florestal. **R. Cerne**, v. 14, n. 3, p. 274-283, 2008.
- RIBEIRO, S. C. et al. Análise econômica da implementação de projetos florestais para a geração de carbono em propriedades rurais na Mata Atlântica. **R. Sci. For.**, v. 39, n. 89, p. 9-19, 2011.
- SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). **R. Árvore**, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.
- SOUZA, A. P. **Produção de madeira de eucalipto em propriedades rurais no Alto Jequitinhonha – MG**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2012.