

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS DE FLORESTAMENTO COM *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN IMPLANTADO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

ECONOMIC EVALUATION OF AFFORESTATION PROJECTS WITH *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN IMPLANTED UNDER DIFFERENT SPACINGS

Juarez Iensen Pedroso Filho¹ Leonardo Job Biali² Paulo Renato Schneider³ Jorge Antonio de Farias³

RESUMO

Neste estudo é testada a viabilidade econômica de doze alternativas de espaçamentos com *Eucalyptus grandis* para lenha. A produção de madeira foi avaliada aos oito anos e os preços das atividades obtidos com coeficientes da região. Nas receitas foi considerado o preço da madeira com casca em pé no mercado. A avaliação deu-se por cinco critérios: VPL, B/C, TIR, VET e CMPr. Considerando a taxa de desconto, todos os projetos mostraram-se viáveis economicamente. A maior produção ocorreu nos plantios mais densos, contudo, não foram os melhores pelos critérios econômicos, devido à maior imobilização de capital para implantação. O espaçamento de 5,0 m²/planta apresentou os melhores resultados em todos os critérios, sendo a melhor alternativa de investimento para uso energético. Seguido pelo espaçamento de 7,5 m²/planta, que se mostrou promissor, pois possibilita manejar a floresta visando obter multiprodutos. As alternativas com espaço inferior a 3,75 m²/planta não são recomendadas.

Palavras-chave: *Eucalyptus grandis*; lenha; espaçamento; análise financeira.

ABSTRACT

In this study, it is tested the economic viability of twelve spacing alternatives with *Eucalyptus grandis* for firewood. The wood production was evaluated with eight years old and the price of the activities was obtained with coefficients from the region. In the revenue, it was considered the wood price from the market with bark and standing. The evaluation was made through five criteria: NPV, BCR, IRR, SEV and ACP. Considering the discount rate, all projects proved to be economically viable. The major production occurred in the densest plantations, however, they were not the best ones because of the economic criteria, due to the bigger immobilization of capital for the implantation. The spacing of 5,0 m²/plant presented the best results in all criteria, being the best alternative of investment for the energetic use. Followed by the spacing of 7,5 m²/plant, that proved to be promising, because it allows to manage the forest aiming for multi-products. The alternatives with spacings which are lower than 3,75 m²/plant are not recommended.

Keywords: *Eucalyptus grandis*; firewood; spacing; financial analysis.

INTRODUÇÃO

A produção do setor de base florestal do país alcançou a marca de US\$ 56 bilhões, correspondendo a 1,2% do produto interno bruto (PIB) nacional no ano de 2014. Ocupando 7,6 milhões de hectares, menos de 1% da área produtiva, as florestas ficam atrás apenas dos complexos da soja e carne no saldo da balança comercial (BRASIL, 2015). Além disso, a área de florestas plantadas tem mostrado crescimento constante, mesmo após o desaquecimento do setor em 2006, mantendo um crescimento médio de 2,8% ao ano no

1 Engenheiro Florestal, Gerente de Produção Agroflorestal, Associação dos Fumicultores do Brasil, Rua Júlio de Castilhos, 1021, CEP 96810-156, Santa Cruz do Sul (RS), Brasil. juarez@afubra.com.br

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP 70910-900, Brasília (DF). ljbiali@gmail.com

3 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). paulors@smail.ufsm.br / fariassufsm@gmail.com

período 2006-2012 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS, 2013).

A importância das florestas plantadas é evidente, pois é a principal fonte de matéria-prima para as cadeias produtivas de diferentes segmentos, como por exemplo, o de celulose e papel, produtos sólidos de madeira e para geração de energia, além de diminuir a pressão sobre os remanescentes naturais. Dentre os usos da madeira florestada, é notável sua utilização como fonte de energia, principalmente, devido ao fato de ser uma alternativa ambientalmente mais saudável, comparada ao uso de combustíveis fósseis. Brito (2007) observou que o uso da madeira como fonte de energia pode diminuir a dependência energética externa, além de proporcionar maior segurança ao suprimento da demanda, e ainda por possuir alto potencial renovável e produtivo.

Contreras et al. (1997) descreveram que a produção florestal deve ser obtida através de técnicas eficientes, de modo a integrar aspectos silviculturais, ambientais e econômicos para uma silvicultura intensiva. Neste sentido, verifica-se que a implantação de florestas não deve estar voltada apenas para produção de um alto volume de madeira, mas se devem observar prioritariamente os aspectos técnicos, relacionados com o tipo de produto desejado, conjuntamente com os fatores econômicos. Diante disso, diversos estudos têm procurado indicar alternativas de investimento em florestamento, em função do sistema de manejo, a fim de verificar, através de critérios econômicos, a melhor alternativa de investimento.

A escolha do espaçamento afeta diretamente os custos da implantação florestal, já que define a quantidade de insumos a serem empregados por unidade de área, além de influenciar a frequência das atividades de manutenção (MORAIS, 2006), sendo uma etapa importante para tomada de decisão de investimentos.

Na escolha do espaçamento deve-se buscar fornecer, a cada planta, espaço adequado para que ela expresse o máximo crescimento, potencializando a qualidade da madeira e reduzindo os custos da operação (SILVA et al., 2010). Sendo necessário considerar vários fatores como o uso final da madeira, qualidade do local de plantio, equipamentos que serão utilizados durante o ciclo da floresta, dentre outros (PAULINO, 2012).

Além dos aspectos silviculturais dos projetos de florestamento é imprescindível realizar simultaneamente uma análise econômica. Assim, é indispensável a utilização de critérios econômicos na área florestal para tomada de decisão em relação ao projeto e/ou alternativa de manejo a serem adotados (LOPES, 1990). Este autor acrescenta que as decisões acerca da idade econômica de corte, o espaçamento, a adubação, a época e a intensidade de tratamentos silviculturais e a espécie podem ser tomadas de forma mais segura quando realizadas baseadas em simulações através dos critérios técnico-econômicos. Neste sentido, muitos trabalhos têm sido feitos a fim de analisar a viabilidade econômica de projetos florestais. Silva e Fontes (2005) destacaram que, predominantemente, os critérios utilizados para avaliação de projetos levam em conta a variação do capital no tempo. Assim, os principais critérios utilizados para análise da viabilidade econômica são: valor presente líquido (VPL), razão benefício/custo (B/C), taxa interna de retorno (TIR), valor esperado da terra (VET) e custo médio de produção (CMPr).

A implantação de florestas de rápido crescimento têm se mostrado uma notável alternativa para investimento, contudo, há necessidade de se investir um montante considerável de capital, o qual fica imobilizado por um longo período. Devido a esta característica, capital investido e tempo de retorno, a tomada de decisão torna-se mais difícil nos empreendimentos florestais.

Assim, este estudo teve como objetivo verificar a viabilidade econômica de doze projetos de florestamento com *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden para produção de lenha, implantado sob diferentes espaçamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Fonte de dados

Os valores de produção de madeira foram obtidos nos estudos de Schneider et al. (2004a; 2004b), realizados em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, de propriedade da Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA), localizado em Rio Pardo, no Estado do Rio Grande do Sul.

A pesquisa de Schneider et al. (2004b) consistiu em verificar a influência do espaçamento inicial na produção de madeira para energia de *Eucalyptus grandis*, aos oito anos de idade. Os tratamentos utilizados no experimento de Schneider et al. (2004a; 2004b) são mostrados na Tabela 1.

TABELA 1: Tratamentos utilizados no experimento de Schneider et al. (2004a; 2004b) para avaliar o crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

TABLE 1: Treatments used in the experiment of Schneider et al. (2004a; 2004b) to evaluate the growth of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

Tratamento	Espaçamento (m)	Espaço vital (m ²)
1	1,0 x 1,0	1,00
2	1,0 x 1,5	1,50
3	2,0 x 1,0	2,00
4	2,0 x 1,5	3,00
5	2,0 x 2,0	4,00
6	2,0 x 2,5	5,00
7	2,5 x 1,5	3,75
8	2,5 x 2,5	6,25
9	3,0 x 2,0	6,00
10	3,0 x 2,5	7,50
11	3,0 x 3,0	9,00
12	3,0 x 4,0	12,00

Desta maneira, tendo em vista determinar a melhor opção, sob o aspecto econômico, considerou-se cada tratamento do experimento de Schneider et al. (2004a) como uma alternativa de investimento. Na Figura 1 é possível verificar a produção de madeira com casca e o diâmetro a altura do peito (DAP) médio para os doze espaçamentos iniciais avaliados.

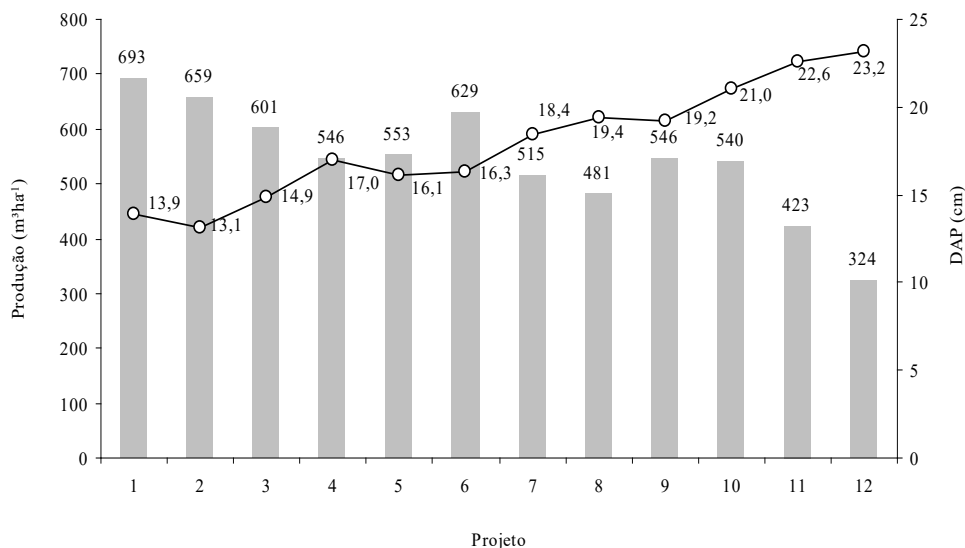


FIGURA 1: Produção de madeira com casca de *Eucalyptus grandis* (m³ ha⁻¹) e DAP médio (cm), aos 8 anos de idade, em função do espaçamento inicial (adaptado de SCHNEIDER et al., 2004a; 2004b). (barras: referente à produção; linha: referente ao DAP médio).

FIGURE 1: Production of wood with bark of *Eucalyptus grandis* (m³ ha⁻¹) and DBH (cm) to 8 years old, depending on the initial spacing (adapted from SCHNEIDER et al. 2004a; 2004b). (bars: regarding production; line: regarding DBH).

Análise econômica

Para prognose econômica das alternativas de investimentos foram analisados os custos envolvidos na implantação e manutenção dos povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Para avaliar os projetos utilizaram-se métodos que consideram os valores monetários no tempo, como observou Schneider (2006), principalmente, por serem mais confiáveis e eficientes.

Desta forma, os projetos foram avaliados através de cinco critérios, sendo eles: o valor presente líquido (VPL), razão benefício/custo (B/C), a taxa interna de retorno (TIR), o valor esperado da terra (VET) e o custo médio de produção (CMPr).

O VPL é a diferença entre as receitas e despesas descapitalizadas para o ano zero. Assim, este método determina o valor atual de um fluxo de caixa futuro, e seu cálculo é dado por:

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

Em que: VPL = valor presente líquido; R_j = valor atual das receitas; C_j = valor atual dos custos; i = taxa de juros ao ano; j = período em que as receitas ou os custos ocorrem; n = número de períodos ou duração do projeto (SCHNEIDER, 2006).

A razão B/C consiste na razão entre o valor presente das receitas e o valor presente dos custos. Assim, o projeto é economicamente viável se apresentar a razão $B/C > 1$. Quanto maior esta relação maior é a indicação da viabilidade econômica do projeto. Para o cálculo da razão benefício/custo utilizou-se a seguinte equação:

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}}$$

Em que: B/C = razão benefício custo; os demais termos como definidos anteriormente (SCHNEIDER, 2006).

A TIR de um projeto é a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero. Adotando-se este critério, um projeto é considerado viável economicamente se sua TIR for maior que uma taxa mínima de atratividade (TMA). A TIR foi obtida através da seguinte fórmula:

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

Em que: TIR = taxa interna de retorno; R_j = valor atual das receitas; C_j = valor atual dos custos; j = período em que as receitas ou os custos ocorrem; n = número de períodos ou duração do projeto (SCHNEIDER, 2006).

O VET representa o VPL de uma área de terra nua utilizada para o florestamento, calculado em uma base infinita de rotações (SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2002). Estes autores acrescentam que este critério é utilizado para determinar a rotação econômica e preço máximo de compra de terra nua, considerando série infinita, bem como para selecionar projetos alternativos. O cálculo do VET baseia-se na receita líquida perpétua e periódica, excluindo-se o custo da terra e pode ser obtido pela fórmula:

$$VET = \frac{V_0 RL(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$$

Em que: V_{0RL} = valor atual da receita que se repete a cada ciclo (rotação); i = taxa de juros; t = número de períodos de capitalização (SCHNEIDER, 2006).

O CMP_r é a razão entre o custo total atualizado com a produção total equivalente. Este parâmetro pode ser utilizado quando se deseja operar com o custo médio mínimo, independentemente da quantidade produzida e da duração do investimento (SCHNEIDER, 2006). O CMP_r pode ser determinado pela seguinte equação:

$$CMP_r = \frac{\sum_{j=0}^n CT_j}{\sum_{j=0}^n QT_j}$$

Em que: CT_j = custo total atualizado; QT_j = produção total equivalente; n = duração do investimento; j = período em que as receitas ou os custos ocorrem (SCHNEIDER, 2006).

Para as análises econômicas foi considerada uma taxa de desconto de 8,75% ao ano, a mesma praticada pela instituição financeira que ofereceu recursos financeiros para o plantio de florestas comerciais no Rio Grande do Sul no ano de 2015.

Os preços das atividades de implantação e tratos culturais foram obtidos de acordo com coeficientes técnicos, fornecidos por empresas idôneas, e com o valor médio da hora da mão de obra praticado na região. Os custos de implantação envolveram as atividades de combate às formigas, limpeza da área, preparo do solo (arado + gradagem em área total), plantio e replantio, adubação de arranque e insumos. Já os custos com os tratos culturais referem-se somente às roçadas. Para os gastos referentes com manutenção foram considerados somente aqueles relacionados com limpeza de aceiros, combate às formigas e manutenções de cercas. O preço médio da terra na região do estudo é de aproximadamente US\$1.665,00 ha⁻¹.

As receitas, referentes a cada projeto, foram obtidas através do produto entre a produção total de madeira com casca em pé, no final da rotação, pelo preço de venda deste sortimento no mercado. O preço da madeira com casca em pé considerado no estudo foi de US\$ 11,66 m³, referente ao preço médio atual da madeira para fins energéticos praticados na região fumageira de Santa Cruz do Sul - RS. Os coeficientes, tanto de custos como de receita, foram levantados no ano de 2015.

Apesar do tempo transcorrido desde a conclusão do experimento florestal, a análise é adequada para o presente. São empregados coeficientes atualizados e a tecnologia utilizada no cultivo é compatível com a maior parte dos florestamentos comumente implantados na região do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os diferentes custos referentes à implantação e condução de povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden para as 12 alternativas de investimento. Inicialmente, constata-se que os custos totais com a implantação e manutenções aumentaram com a densidade do povoamento. Este resultado coincide com o encontrado por outros autores, que observaram que os custos de implantação, manutenção e exploração aumentam com a densidade do povoamento, devido, principalmente, à maior demanda por insumos e mão de obra (PAULINO, 2012; SILVA et al., 2014; SILVEIRA, 2014).

TABELA 2: Custos de implantação de *Eucalyptus grandis*, referente às 12 alternativas de investimentos (projetos).
TABLE 2: Implementation costs of *Eucalyptus grandis*, regarding to the 12 alternative investments (projects).

Projeto 1 (1,0 m x 1,0 m)			Projeto 2 (1,0 m x 1,5 m)		
Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)	Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)

Continua...

TABELA 2: Continuação...

TABLE 2: Continued...

Projeto 1 (1,0 m x 1,0 m)			Projeto 2 (1,0 m x 1,5 m)		
Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)	Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)
Administração	0	132,16	Administração	0	102,72
Implantação	0	2.163,69	Implantação	0	1.574,91
Arrendamento	0	179,82 ¹	Arrendamento	0	179,82
Administração	0	132,16	Administração	0	102,72
Implantação	0	2.163,69	Implantação	0	1.574,91
Tratos culturais	1	123,21	Tratos culturais	1	123,21
Manutenção	1 – 8	23,98	Manutenção	1 - 8	23,98
Projeto 1 (1,0 m x 1,0 m)			Projeto 2 (1,0 m x 1,5 m)		
Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)	Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)
Arrendamento	0	179,82	Arrendamento	0	179,82
Administração	0	86,01	Administração	0	71,29
Implantação	0	1.240,60	Implantação	0	946,21
Tratos culturais	1	83,30	Tratos culturais	1	83,30
Manutenção	1 – 8	23,98	Manutenção	1 - 8	23,98
Projeto 5 (2,0 m x 2,0 m)			Projeto 6 (2,0 m x 2,5 m)		
Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)	Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)
Arrendamento	0	179,82	Arrendamento	0	179,82
Administração	0	63,93	Administração	0	59,51
Implantação	0	799,01	Implantação	0	710,69
Tratos culturais	1	83,30	Tratos culturais	1	83,30
Manutenção	1 – 7	23,98	Manutenção	1 - 7	23,98
Projeto 7 (2,5 m x 1,5 m)			Projeto 8 (2,5 m x 2,5 m)		
Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)	Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)
Arrendamento	0	179,82	Arrendamento	0	179,82
Administração	0	63,83	Administração	0	55,60
Implantação	0	797,06	Implantação	0	632,44
Tratos culturais	1	75,70	Tratos culturais	1	75,70
Manutenção	1 – 7	23,98	Manutenção	1 - 7	23,98
Projeto 9 (3,0 m x 2,0 m)			Projeto 10 (3,0 m x 2,5 m)		
Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)	Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)
Arrendamento	0	179,82	Arrendamento	0	179,82
Administração	0	55,89	Administração	0	51,98
Implantação	0	638,37	Implantação	0	560,07
Tratos culturais	1	69,86	Tratos culturais	1	69,86

Continua...

TABELA 2: Continuação...

TABLE 2: Continued...

Manutenção 1 - 7 23,98			Manutenção 1 - 7 23,98		
Projeto 11 (3,0 m x 3,0 m)			Projeto 12 (3,0 m x 4,0 m).		
Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)	Atividade	Ano de ocorrência	Custo (US\$ ha ⁻¹)
Arrendamento	0	179,82	Arrendamento	0	179,82
Administração	0	50,29	Administração	0	47,48
Implantação	0	526,27	Implantação	0	470,08
Tratos culturais	1	69,86	Tratos culturais	1	63,43
Manutenção	1 - 7	23,98	Manutenção	1 - 7	23,98

Em que: ¹ Valores em dólar, sendo US\$1,00 = R\$3,00 (mai/2015).

Os resultados apresentados na Tabela 3, referentes ao VLP, indicam como a melhor alternativa para investimento o projeto número 6, referente ao espaçamento inicial de 5,0 m²/planta, no qual ocorreu a maior receita (maior VLP). Na prática, entende-se que o VLP representa o valor do lucro obtido após a remuneração do capital investido. Desta forma, é possível verificar que o projeto número 6 apresentou o maior valor presente líquido (US\$710,69 ha⁻¹ – US\$88,84 ha⁻¹ano⁻¹), bem como o maior valor esperado da terra (US\$5.564,18 ha⁻¹), demonstrando a viabilidade econômica deste investimento.

Considerando a taxa de desconto de 8,75% ao ano, todos os projetos mostraram-se viáveis economicamente. Verificou-se que a maior produção de madeira por unidade de área ocorreu nos plantios mais densos, todavia, eles não se mostraram os melhores pelos critérios econômicos, isto ocorreu devido à imobilização de maior quantidade de capital para implantação da floresta.

TABELA 3: Valor presente líquido (VPL), razão benefício/custo (B/C), taxa interna de retorno (TIR), valor esperado da terra (VET) e custo médio de produção (CMPr) para os 12 projetos de investimento em florestamento com *Eucalyptus grandis* para energia (taxa de juros = 8,75% ao ano; ano-base: 2015).

TABLE 3: Net Present Value (NPV), benefit-cost ratio (BCR), internal rate of return (IRR), soil expected value (SEV) and average cost of production (ACP) for 12 investment projects in afforestation with *Eucalyptus grandis* for energy (interest rate = 8,75% per year)

Projeto	Espaço Vital m ² /planta	VPL US\$ ha ⁻¹	B/C	TIR %	VET US\$ ha ⁻¹	CMPr US\$ ha ⁻¹
1	1,00	600,67	1,17	11,3	3.136,64	9,96
2	1,50	1.020,50	1,35	13,9	3.995,49	8,63
3	2,00	1.059,70	1,42	15,0	4.082,25	8,20
4	3,00	1.044,71	1,47	15,9	4.051,59	7,91
5	4,00	1.237,40	1,60	17,7	4.445,77	7,28
6	5,00	1.784,11	1,91	21,2	5.564,18	6,11
7	3,75	1.018,25	1,50	16,4	3.998,71	7,78
8	6,25	993,90	1,53	17,1	3.948,90	7,62
9	6,00	1.374,94	1,73	19,5	4.729,34	6,72
10	7,50	1.426,17	1,80	20,4	4.834,15	6,49
11	9,00	761,04	1,43	16,0	3.473,49	8,13
12	12,00	236,73	1,14	11,5	2.401,97	10,22

O projeto número 10 também apresentou expressivo VPL de US\$ 1.426,17 aos oito anos, mostrando-se como alternativa viável economicamente. Nota-se, na Tabela 2, que ocorreu a melhor relação B/C nos projetos 6 e 10, respectivamente 1,91 e 1,80, indicando estes projetos como as melhores alternativas dentre as avaliadas. O mesmo fato confirmou-se na taxa interna de retorno (TIR), na qual se observa que os maiores índices foram obtidos nos mesmos projetos, considerando-se uma taxa mínima de atratividade de 8,75% a.a.

Analisando-se a Tabela 3, na qual constam os VET, observa-se também a mesma tendência dos projetos 6 e 10 como as melhores alternativas, contudo, todos os projetos mostraram-se viáveis economicamente, pois apresentam valores acima do preço da terra nua na região do estudo (US\$1.665,00).

Através do estudo de Goulart et al. (2003) é possível analisar as alternativas de investimento sob o aspecto da qualidade da madeira. Estes autores verificaram, para o mesmo povoamento estudado (aos 10 anos de idade), que ocorreu uma redução na massa específica básica e da massa seca de madeira com o aumento do espaço vital. Outros autores obtiveram resultados diferentes quanto à massa específica, aumentando-a com acréscimo no espaçamento (HASELEIN; BERGER; GOULART, 2002; LIMA; MONTEIRO; LONGUI, 2009), o que poderia ser resultado de uma maior disponibilidade de nutrientes para a árvore devido ao maior volume de copa (PAULINO, 2012). Contudo, corroboram os resultados quanto à massa seca, já que o ganho em volume nos menores espaçamentos é maior, proporcionalmente, que o aumento da densidade (LIMA; MONTEIRO; LONGUI, 2009).

Goulart et al. (2003) inferem que os maiores valores de massa seca da madeira (ton ha^{-1}) e massa específica básica da madeira (g cm^{-3}) foram obtidos nos espaçamentos de 1,5 x 1,0 m e 2,0 x 1,5 m, aos 10 anos de idade. Porém, estes espaçamentos, sob os aspectos econômicos avaliados, não se mostraram lucrativos.

Pode-se notar que o efeito do espaçamento tem implicações econômicas e silviculturais de suma importância. Desta forma, fica evidente que a melhor alternativa de investimento é implantação de *Eucalyptus grandis*, no espaçamento de 2,0 x 2,5 ($5 \text{ m}^2/\text{planta}$) para uso da madeira exclusivamente para energia. Entretanto, o projeto número 10 mostrou-se promissor, uma vez que apresentou valores semelhantes ao projeto 6. Além disso, este projeto, com espaçamento de 3,0 x 2,5 ($7,5 \text{ m}^2/\text{planta}$), possibilita ao investidor manejar sua floresta, de modo a obter multiprodutos da floresta (sortimentos para serraria, energia, etc.) e potencializar seus rendimentos, além de poder mecanizar alguns tratamentos culturais.

CONCLUSÕES

Neste estudo ficou evidente que o espaçamento inicial de plantio, além de influenciar o desenvolvimento das plantas, densidade da madeira e na produção final, interfere também, diretamente, nos custos de implantação do povoamento. Além disso, verifica-se que os espaçamentos mais próximos implicam o uso mais intensivo dos recursos, principalmente de mão de obra, o que exigirá que a floresta alcance elevados índices de produtividade para absorvê-los.

Com base nos resultados obtidos observa-se que todos os projetos mostraram-se viáveis economicamente, ou seja, apresentaram $VPL > 0$, razão $B/C > 1$, $TIR >$ taxa mínima de atratividade, $VET >$ custo da terra e $CMPr <$ preço de mercado da lenha, portanto, recomendáveis para instalação de florestas energéticas. No entanto, dentre as 12 alternativas de investimento consideradas no presente estudo, o projeto que preconiza espaçamento inicial de 2,0 m x 2,5 m ($5,0 \text{ m}^2/\text{planta}$) demonstrou-se como o mais rentável para o investidor, sob os critérios econômicos adotados (VPL , relação B/C , TIR , VET e $CMPr$), a uma taxa de 8,75% ao ano. A partir da análise conjunta destes valores e índices, é possível inferir que o projeto 6 ($5,0 \text{ m}^2/\text{planta}$) apresenta a maior rentabilidade e segurança para o silvicultor, cujo objetivo é obter madeira essencialmente para uso energético.

Outra opção viável economicamente é o tratamento cujo espaçamento é de 3,0 x 2,5 ($7,5 \text{ m}^2/\text{planta}$), isto porque este projeto, logo após o projeto 6, obteve os melhores desempenhos para os indicadores analisados; e por sua menor densidade, permite um manejo voltado para multiprodutos.

A recomendação para investir em um determinado projeto avaliado não pode levar simplesmente em consideração um dos indicadores econômicos, mas a composição destes e o resultado global devem indicar a melhor opção. Diante do exposto, as alternativas de investimento cujo espaço vital seja inferior a $3,75 \text{ m}^2$ não são recomendadas em função dos resultados econômicos obtidos que apontam para riscos mais elevados e um desperdício de recursos de toda ordem. Além disso, o projeto cujo espaço vital é superior a $9,00 \text{ m}^2$, não é recomendado por desperdiçar os recursos naturais disponíveis, ou seja, poucas árvores para aproveitar todo o potencial do sítio florestal.

Cabe destacar que a rotação econômica pode ocorrer em momentos distintos nos diferentes espaçamentos, tendendo a ocorrer mais tarde em espaçamentos mais amplos. Sendo uma recomendação para

futuros estudos fazerem a análise econômica, considerando a idade ótima de corte para cada espaçamento e não em uma rotação única, como analisado.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013. 148 p.
- BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportação de madeira certificada cresceu 10% em 2014**. Brasília: MAPA, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/02/exportacao-de-madeira-certificada-cresceu-10porcento-em-2014>> Acesso em: 25 maio 2015.
- CONTRERAS, C. E. et al. Avaliação econômica de povoamentos de eucalipto sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais, Brasil. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1997. p. 75-79.
- GOULART, M. et al. Massa específica básica e massa seca de madeira de *Eucalyptus grandis* sob o efeito do espaçamento de plantio e da posição axial no tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 173-175, 2003.
- HASELEIN, C. R.; BERGER, R.; GOULART, M. Propriedades de flexão estática da madeira e umidade e a 12% de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob efeito do espaçamento e da adubação. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 147-152, 2002.
- LIMA, I. L.; MONTEIRO, B. F. S.; LONGUI, E. L. Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. **Revista Cerne**, v. 15, n. 2, p. 244-250, 2009.
- LOPES, H. V. S. **Análise econômica dos fatores que afetam a rotação de povoamentos de eucaliptos**. 1990. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1990.
- MORAIS, V. M. **Dinâmica de crescimento de eucalipto clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do estado de Minas Gerais**. 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- PAULINO, E. J. **Influência do espaçamento e da idade na produção de biomassa e na rotação econômica em plantio de eucalipto**. 2012. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.
- SCHNEIDER, P. R. et al. Influência do espaçamento no crescimento em diâmetro e área basal de *Eucalyptus grandis*, em Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM; CCR, 2004a. p. 35-40.
- SCHNEIDER, P. R. et al. Produção de madeira para energia de *Eucalyptus grandis* em diferentes espaçamentos na região de Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM; CCR, 2004b. p. 1-6.
- SCHNEIDER, P. R. **Rentabilidade em investimento florestal**. Santa Maria: FACOS; UFSM, 2006. 153 p.
- SILVA, C. S. J. et al. Viabilidade econômica e rotação florestal de plantios de candeia (*Eremanthus erythropappus*), em condições de risco. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 113-122, 2014.
- SILVA, E. N. et al. Avaliação técnica e econômica do corte mecanizado de *Pinus* sp. com harvester. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 745-753, 2010.
- 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). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.
- SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 178 p.
- SILVEIRA, R. **Avaliação econômica da produção de madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) sob diferentes espaçamentos de plantio**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.