

## **Impacto do rendimento de corte e da densidade de plantio na rentabilidade da silvicultura em pequenas propriedades em Santa Cruz do Sul-RS**

**Autor(es): José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira**

**Filiação: Embrapa Florestas**

**E-mail: jose-mauro.moreira@embrapa.br**

**Autor(es): Flávio José Simioni**

**Filiação: Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC**

**E-mail: flavio.simioni@udesc.br**

**Autor(es): Gustavo Luis Jarenkow**

**Filiação: Mestrando em Ciências Ambientais - UDESC**

**E-mail: gjarenkow@hotmail.com**

### **Grupo de Pesquisa: Economia e Gestão no Agronegócio**

#### **Resumo**

A adoção de uma densidade de plantio mais racional por parte de muitos pequenos produtores ainda representa um desafio aos extensionistas silviculturais na região de Santa Cruz do Sul - RS. Vários estudos foram realizados buscando demonstrar a melhor alternativa de diversos espaçamentos na região, mas questões relacionadas à perda de rendimento nas operações de colheita ainda são raras, assim como o potencial impacto de uma capacitação em colheita florestal para estes pequenos agricultores. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto do aumento da densidade de plantio e do rendimento da operação de corte no retorno econômico de um sistema de produção florestal recomendado para pequenos produtores da região de Santa Cruz do Sul/RS. Foram utilizadas técnicas de entrevistas e painel com especialistas para o delineamento do modal recomendado, e utilizados os indicadores de viabilidade econômica Valor Anual Equivalente (VAE), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício/Custo (B/C) e Custo Médio Ponderado de Produção (CMPP). A produção de eucalipto na pequena propriedade mostrou-se viável economicamente, a densidade de plantio recomendada de 1.667 plantas por hectare apresentou os melhores resultados econômicos. O rendimento de corte teve impacto significativo no aumento do retorno econômico da atividade e a consideração da perda de rendimento nas operações de colheita devido ao aumento do espaçamento foi fundamental para evitar interpretações equivocadas dos resultados.

**Palavras-chave:** Eucalipto, avaliação econômica, colheita florestal, lenha.

#### **Abstract**

*Silvicultural extension workers at Santa Cruz do Sul-RS still face a great challenge to convince the adoption for small farmers of a more rational planting density. Several studies have been carried out in order to demonstrate low's planting density superiority, but issues related to yield losses in harvesting operations are still rare, as well as the potential impact of forest harvesting training for these small farmers. This work's objective was to evaluate the impact of increased planting density and harvesting efficiency on small farmers recommended production system's financial return in the Santa Cruz do Sul region. The scenario's evaluation used the Equivalent Annual Annuity (EAA), Internal Rate of Return (IRR), Benefit/Cost Ratio*

*(B/C) and Weighted Production Average Cost (WPAC). The eucalyptus production on small's properties were economically feasible, the recommended planting density of 1,667 plants per hectare reach the best economic results. Harvesting efficiency highly influenced the forest's economic return. Considering the loss on harvesting operation's productivity due to increased spacing was fundamental to avoid the result's misinterpretation.*

**Key words:** *Eucalypto, economic analysis, forest harvest, firewood.*

## 1. Introdução

No campo energético, a lenha sempre ofereceu histórica contribuição para o desenvolvimento da humanidade, tendo sido considerada como a primeira fonte de energia, inicialmente empregada para aquecimento e cocção de alimentos. Ao longo dos tempos, passou a ser utilizada como combustível sólido, líquido e gasoso, em processos para a geração de energia térmica, mecânica e elétrica (BRITO, 2007). Segundo Vidal et al. (2015) a madeira é um material renovável cujas propriedades físico-mecânicas e anatômicas a tornam um material versátil.

Segundo a Pesquisa de Extração Vegetal e Silvicultura de 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), o gênero mais plantado para finalidades energéticas no Brasil é o Eucalyptus, e a lenha da silvicultura representa 67,1 % da produção total de lenha no Brasil, que atingiu cerca de 55,0 milhões metros cúbicos. O estado do Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor de lenha da silvicultura do Brasil, ficando atrás apenas do estado do Paraná, e representa 22,5 % da produção nacional, com 12,4 milhões de metros cúbicos (IBGE, 2016). De 2003 para 2012, o estado reduziu a produção de lenha por extração de florestas nativas em cerca de 60%. Os dados do Balanço Energético do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2015), indicam que, em 2014, a lenha e o carvão vegetal representaram 8,9% de toda energia primária consumida pelo setor industrial.

A microrregião de Santa Cruz do Sul/RS é o maior polo produtor de fumo em folha do Brasil onde se processam cerca de 80% da produção de tabaco do Sul do Brasil (SILVEIRA, 2015). A atividade de produção de fumo é realizada por pequenos estabelecimentos rurais, através da agricultura familiar, sendo que esta atividade é grande consumidora de lenha para a secagem das folhas de fumo em estufas. Com isto, para atender esta demanda, as empresas e os agricultores têm realizado investimentos em plantios florestais, com o objetivo de se tornarem autossuficientes no consumo de lenha nas propriedades. As empresas fumageiras incentivam a plantação de florestas de eucalipto para a produção da lenha, fornecendo insumos, financiamentos e subsídios aos agricultores (HARTWIG, 2009).

As estatísticas evidenciam que a produção de lenha da silvicultura tem se consolidado como fonte energética importante na economia brasileira. Produtores rurais têm cultivado eucalipto para ser utilizado como fonte de calor em suas propriedades e o excedente da produção gera complementação da renda familiar. Neste sentido, a análise da viabilidade econômica dessa atividade é importante para a tomada de decisão, principalmente no que tange ao uso racional dos recursos da propriedade rural. Vários estudos demonstram a viabilidade da produção de eucalipto, seja para a produção de madeira (SOARES et al., 2010), para carvão vegetal (CASTRO et al., 2007; RESENDE et al., 2006) ou para a produção de lenha (DOSSA et al., 2002; AFONSO JÚNIOR et al., 2006), além de ser mais uma opção de renda para as propriedades rurais brasileiras (FARIAS, 2010).

De acordo com Simioni et al. (2015), em um estudo sobre a cadeia produtiva da lenha de eucalipto em Santa Cruz do Sul, citam algumas limitações para a expansão da atividade, tais como a implantação dos maciços florestais em alta densidade com deficiências técnicas

relacionadas ao manejo que comprometem os níveis de produtividade. Neste contexto, torna-se importante avaliar o efeito dessas práticas sobre os indicadores de viabilidade econômica.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é avaliar a viabilidade econômica da produção de eucalipto em pequenas propriedades de fumicultores no município de Santa Cruz do Sul/RS para o fornecimento de lenha, assim como analisar o impacto de diferentes cenários de rendimento de corte e de densidade de plantio sobre a rentabilidade do sistema de produção.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Região de estudo**

A pesquisa foi realizada na microrregião de Santa Cruz do Sul no Estado do Rio Grande do Sul – Brasil, considerando a produção de eucalipto por pequenos agricultores familiares para o fornecimento de lenha para a atividade de produção de tabaco. Esta microrregião é considerada o maior polo produtor e processador de fumo do Brasil, atividade que demanda significativas quantidades de lenha para o processo de secagem das folhas de fumo. Segundo dados do IBGE (2017), o município de Santa Cruz do Sul possui uma área de 733,4 km<sup>2</sup>, população estimada para o ano de 2016 de 126.775 habitantes e Produto Interno Bruto corrente de R\$ 7.984.043 mil reais (para 2014). Quanto a produção de lenha da silvicultura, o município produziu 70.000 m<sup>3</sup> em 2015 (IBGE, 2017).

O município de Santa Cruz do Sul localiza-se no Vale do Rio Pardo a 150 km da capital Porto Alegre. Possui uma altitude de 73 m e clima subtropical Cfa. As temperaturas variam entre 15,1 °C no inverno e 25,0 °C no verão e pluviosidade média anual de 1311 mm (CLIMATE-DATA, 2017).

### **2.2. Coleta de dados**

Visando conhecer a realidade dos sistemas de produção de eucalipto para lenha em uso na região, o processo de coleta de dados envolveu a combinação de visitas a pequenos produtores rurais que possuíam áreas florestais nas suas propriedades, e a especialistas em transferência de tecnologia silvicultural de instituições que representam os agricultores, bem como em empresas fumageiras, que prestam também assistência técnica aos produtores rurais. Devido à grande variabilidade de práticas utilizadas pelos pequenos produtores, algumas em desacordo com as recomendações técnicas (espaçamento inadequado, falta de adubação, carência de combate à matocompetição e ao ataque de formigas), optou-se por delinear, em conjunto com os especialistas da região, um modal de produção que seria o recomendado para os pequenos produtores. O mesmo foi elaborado a partir da recomendação técnica utilizada em projetos de reflorestamento para obtenção de crédito florestal para produtores familiares, sendo validado em uma reunião com especialistas em assistência técnica silvicultural das entidades e empresas locais. As visitas ocorreram no segundo semestre de 2015 e primeiro semestre de 2016, e a reunião de validação do modal ocorreu no segundo semestre de 2016.

### **2.3. Modal de produção estabelecido**

O modal de produção estabelecido considera um pequeno produtor de fumo (agricultor familiar) que planta eucalipto na sua propriedade, com o objetivo principal de garantir a sua necessidade de lenha para secagem da sua safra de fumo, podendo vender o seu excedente para agricultores próximos (média de 3 km de frete). A propriedade modal possui cerca de 14,5 hectares, com 1,5 hectare de eucalipto, e o ciclo de produção consiste de duas rotações com sete anos de idade cada, totalizando 14 anos de duração. A produtividade média estabelecida no painel pelos especialistas foi um índice de sítio 31, com um IMA de 46 m<sup>3</sup>/ha.ano na primeira

rotação, com uma densidade de 1667 plantas/ha e uma taxa inicial de sobrevivência de 96 %. Segundo Finger (1997), não há perda de produção na segunda rotação para esta idade, espécie e um índice de sítio semelhante.

O sistema de produção silvicultural delineado é de baixa tecnologia e intensidade de insumos. Inicia-se com o combate de formiga 40 dias antes do plantio, com aplicação sistemática de 4kg de isca formicida por hectare (uma isca a cada 24 m<sup>2</sup>). Uma roçada semi-mecanizada pré-plantio para limpeza da área, seguida de aplicação conjunta de herbicidas pré e pós-emergente antes do plantio. Plantio em área dobrada (declivosa, não apta a plantio de fumo), com espaçamento recomendado de 3 m x 2 m. O preparo do solo é realizado com cultivo mínimo, sendo realizada uma subsolagem rasa com trator de 55 cv.

As plantas recebem 100 g de adubação de arranque (NPK 07-24-00) e 100 g de adubação de cobertura (NPK 22-00-00) após 120 dias do plantio. Realiza-se um repasse de combate à formiga com 1,5 kg de isca por hectare, e limpa-se a área com uma roçada semi mecanizada na entrelinha e um coroamento leve 4 meses após o plantio. Entre o primeiro e o segundo ano realiza-se outra roçada semi mecanizada na entrelinha e, a partir daí, apenas o monitoramento anula de controle de formiga.

A colheita é semi mecanizada (motosserra), realizada pelo próprio agricultor e sua família aos sete anos de idade do plantio, e a remoção (baldeio) é realizada com junta de carro de boi e/ou trator e reboque.

A segunda rotação inicia-se com um controle de formiga, uma aplicação de adubação de cobertura semelhante à implantação e a seleção manual de brotos com um ano de idade, sendo deixados um ou dois brotos por toco. O monitoramento de formiga também é anual.

O custo de arrendamento considerado foi de 500,00 (R\$ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e, devido à pequena escala de produção, não foram considerados custos de administração, proteção florestal (aceiros) e manutenção de estradas. O valor do custo de oportunidade da diária do trabalhador familiar utilizado foi o valor de uma diária paga na entressafra do fumo (60,00 R\$/dia), não sendo incluídos impostos e custos trabalhistas no cálculo.

O custo de transporte (carregamento, transporte e descarregamento) foi de 8,50 R\$/mst (3.886,54 R\$/ha). Os custos de baldeio e empilhamento foram de 12,00 R\$/mst (5.486,88 R\$/ha). Estimou-se um custo de corte de 9,08 R\$/mst no cenário modal. Rendimento de corte e traçamento de toras de um metro de comprimento de 12 mst/dia, com um consumo de combustível (96% de gasolina e 4% de óleo dois tempos) de cinco litros por dia, uma motosserra de 55,5 cc e 2,6 kw de potência, com custo de aquisição de R\$ 2000,00, 12% de valor residual e dez anos de depreciação (devido à baixa intensidade de uso) com 2.400 horas de trabalho, e uma média de trabalho de 6 h/dia, resultando em uma média de 40 dias de uso por ano. O custo de reparos e manutenção foi de 60% do valor da depreciação (POKORNY et al., 2011) e um custo fixo anual de R\$ 319,60 (R\$ 176,00 de depreciação, R\$ 105,60 de reparos e manutenção, e R\$ 38,00 de juros sobre o capital médio imobilizado), com um custo fixo médio de 7,99 R\$/dia. O rendimento diário e o consumo de combustível foram obtidos após entrevistas com trabalhadores que prestam serviço colhendo madeira de eucalipto com motosserra, sendo relatados rendimentos de 12 mst de madeira cortada e traçada em um dia de trabalho realizado por um motosserrista com capacitação mediana, e 15 mst a produção diária de um trabalhador bem capacitado. O consumo de óleo de corrente foi estimado utilizando a mesma proporção encontrada por Leite et al. (2014), resultando em 1,78 litros por dia. O resultado final do cenário base foi o uso de 38,10 dias de trabalho para se realizar o corte de um hectare, com um custo total de R\$ 4.153,52.

#### 2.4. Indicadores de viabilidade econômica

Segundo Rezende e Oliveira (2011), para realizar a análise de viabilidade de investimentos florestais, é necessário o uso de critérios que levem em consideração o valor do capital no tempo. Os custos e receitas devem ser organizados ao longo de um fluxo de caixa representando a vida útil do projeto, sendo os valores descontados pelo custo de oportunidade do capital até o momento de início do projeto (ano 0).

Os critérios de viabilidade Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício/Custo (B/C), VPL Infinito, Valor Esperado da Terra (VET) e o Custo Médio Ponderado de Produção (CMPP) foram utilizados para analisar a viabilidade econômico-financeira do sistema de produção (KLEMPERER, 1996).

De acordo com o autor, o VPL calcula o valor presente do quanto as receitas excedem os custos envolvidos ao longo do horizonte de duração do projeto. O VAE calcula o valor da anuidade que equivale ao fluxo de caixa original (resulta no mesmo VPL), permitindo a comparação entre projetos com horizonte de tempo diferentes. A TIR é um indicador amplamente utilizado e serve para verificar qual é a taxa de juros que iguala o resultado líquido (VPL) a zero. Projetos com maiores TIRs resultam em uma remuneração maior do capital aplicado. A Relação B/C calcula, em valores presentes, quanto cada real investido no projeto retorna ao investidor. O CMPP calcula o custo por unidade de produto considerando o valor do capital no tempo, e serve para determinar qual o menor preço que o produto pode ser vendido para que o resultado líquido do projeto se iguale a zero.

A taxa mínima de atratividade (TMA) real utilizada foi de 3,8% ao ano, sendo construído o fluxo de caixa a preços constantes.

## 2.5. Elaboração dos cenários avaliados

A construção dos cenários avaliados considerou duas variáveis principais: a densidade de plantio e o rendimento de corte. No que tange à densidade de plantio, especialistas relataram densidades mais comuns de plantio de 3850 mudas por hectare, sendo este um tema de pesquisa e um desafio recorrente na transferência de tecnologia silvicultural na região (SCHNEIDER et al., 2004). Três cenários de densidade de plantio foram avaliados: a) com a densidade recomendada de 1.667 plantas/ha (espaçamento de 3m x 2m); b) com a densidade usual de 3.846 plantas/ha (espaçamento de 1,3m x 2m); c) com densidade intermediária de 2.500 plantas/ha (espaçamento de 2m x 2m). A simulação padrão inserida no software Siseucalipto foi recalculada para cada cenário alterando-se apenas a densidade de plantio e obtendo-se a nova produção esperada aos sete anos de idade.

A segunda variável utilizada para elaboração dos cenários foi o rendimento da operação de corte, visando representar a importância da capacitação dos pequenos produtores na operação de corte florestal, aumentando a sua eficiência pelo aumento da capacitação, ou reduzindo-a em decorrência da falta desta. Além dos ganhos de produtividade, a capacitação dos produtores para o corte com motosserra pode reduzir os riscos de acidentes de trabalho na atividade. Neste caso foram considerados sete cenários (C1 a C7) com rendimentos decrescentes de corte de 10% a cada aumento de densidade. Também foram considerados uma queda de rendimento de 10% na operação de remoção (baldeio) e empilhamento para cada cenário de densidade de plantio. Os principais índices alterados nos diferentes cenários podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Características do talhão e dos rendimentos de corte em cada cenário

Densidade de Plantio		1667	2500	3846
Plantio	Nº de mudas	1667	2500	3846
	Mão de obra (diárias)	1,50	2,00	3,00
Replântio	Nº de mudas	250	380	577
	Mão de obra (diárias)	0,38	0,50	0,70
Custo de Implantação (ano 0) (R\$/ha)		2231,32	2508,31	2967,28
Situação do talhão na colheita (ano 7)	Nº de árvores	1494	2080	2810
	Diâmetro médio (cm)	16,8	15,0	13,0
	Altura média (m)	25,0	24,6	23,9
	Produtividade (mst/ha)	457,24	497,99	494,59
Remoção (Baldeio) e empilhamento	Rendimento (mst/dia)	12,00	10,80	9,72
	Custo unitário (R\$/mst)	12,00	13,33	14,81
Rendimento corte (mst/dia)	C1	9,00	8,10	7,29
	C2	10,00	9,00	8,10
	C3	11,00	9,90	8,91
	C4	12,00	10,80	9,72
	C5	13,00	11,70	10,53
	C6	14,00	12,60	11,34
	C7	15,00	13,50	12,15

O consumo de combustível estimado em cada cenário de rendimento de corte obedeceu uma regra estipulada de 40% fixo, não variando com o aumento ou redução do número de cortes necessários para a operação de derrubada e traçamento da madeira, e 60% variando de acordo com o número de cortes necessários para a execução da colheita de todo o hectare de plantio. Esta regra foi utilizada visando obter um resultado mais conservador, uma vez que o pressuposto de consumo fixo de combustível e óleo de corrente, além de ter pouca aderência a realidade, aumentaria ainda mais o impacto do aumento do rendimento no custo da atividade de corte. O número de cortes necessários para a colheita do talhão em cada cenário foi estimado a partir da altura média e do número de árvores necessárias para que a produção diária fosse atingida, dada pelo rendimento de corte no cenário. Devido à redução do volume individual das árvores com o aumento da densidade de plantio, foi considerado uma perda de produtividade na operação de corte de 10% para cada cenário analisado conforme pode ser observada na Tabela 1. A redução da eficiência da operação de corte com a redução do volume individual das árvores já é conhecida e comprovada no setor florestal por estudos de tempos e movimentos, sendo uma perda de 10% considerada conservadora quando comparada ao estudo realizado por Leite et al. (2014).

### 3. Resultados

Os resultados são apresentados em duas partes, sendo que na primeira faz-se uma análise do fluxo de caixa do modal de produção com os respectivos indicadores de viabilidade, e na segunda analisa-se o impacto do rendimento de corte e da densidade de plantio sobre a rentabilidade nos diferentes cenários.

### 3.1. Análise do modal proposto

O fluxo de caixa do modal proposto com 1.667 plantas/ha e rendimento de corte mais comum (Cenário C4) é apresentado na Tabela 2. Os dados evidenciam alguns aspectos importantes:

Tabela 2 – Fluxo de caixa do cenário padrão (C4 e densidade de 1667 plantas)

Ano		0	1	2	3	4	5	6	7
Primeira rotação	Receita total (R\$/ha)								24.233,7 2
	Volume total (mst/ha)								457,24
	Custos silviculturais (R\$/ha)	2.231,32	52,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custos gerais (R\$/ha)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custo de colheita (R\$/ha)								9.390,31
	Custo de transporte (R\$/ha)								3.886,54
	Custo de arrendamento da terra (R\$/ha)		500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
	Custo total com arrendamento (R\$/ha)	2.231,32	552,05	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	14.263,4 3
	Custo total sem arrendamento (R\$/ha)	2.231,32	52,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.763,4 3
	Saldo com arrendamento (R\$/ha)	2.231,32	-	-	-	-	-	-	-
Ano		7	8	9	10	11	12	13	14
Segunda rotação	Receita total (RT) (R\$/ha)								24.233,7 2
	Volume total (VT) (mst/ha)								457,24
	Custos silviculturais (R\$/ha)	486,57	52,05	138,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custos gerais (R\$/ha)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custo de colheita (R\$/ha)								9.390,31
	Custo de transporte (R\$/ha)								3.886,54
	Custo de arrendamento da terra (R\$/ha)		500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
	Custo total com arrendamento (R\$/ha)		552,05	638,90	500,00	500,00	500,00	500,00	13.776,8 5
	Custo total sem arrendamento (R\$/ha)		52,05	138,90	0,00	0,00	0,00	0,00	13.276,8 5
Saldo com arrendamento (R\$/ha)		552,05	638,90	500,00	500,00	500,00	500,00	-	10.456,8 7

- Baixo custo de implantação que pode ser explicado pelo reduzido número de operações, associado à baixa remuneração da mão de obra (média de 60,00 R\$/dia que representa o custo de oportunidade na entressafra), dado que as operações são realizadas preferencialmente manuais e com baixo uso de insumos;
- Considerando as práticas de manejo adotadas e que os plantios florestais são realizados em áreas marginais, o nível de produtividade é alto, muito embora, tais fatores são compensados pelo alto nível de fertilidade natural dos solos;
- No que tange a colheita, é realizada com motosserra e o transporte com carro de boi e/ou trator e carreta agrícola. O baixo custo de colheita, mesmo com os baixos rendimentos operacionais considerados, é explicado pelo fato da mão de obra ser familiar, e não terem sido considerados custos de encargos trabalhistas e custos

administrativos que são necessários quando a operação é realizada em uma escala maior.

- Baixo custo de transporte, devido à comercialização em pequena escala ser realizada com vizinhos que necessitam da madeira, com distância média de frete de 3 quilômetros.

Na segunda rotação, os custos silviculturais também se mantêm baixos e o nível de produtividade foi mantido o mesmo da primeira rotação (de 457,24 mst/ha), considerando dados experimentais obtidos por Finger (1997).

Tabela 3 – Indicadores de viabilidade financeira do cenário padrão

Indicador	Com arrendamento	Sem arrendamento
VPL (R\$/ha)	6.793,28	12.145,27
VAE (R\$/ha ano)	634,65	1.134,65
VPL Infinito (R\$/ha)	16.701,33	
VET (R\$/ha)		29.859,22
TIR (% ao ano)	16,05%	
Relação B/C	1,259	
CMPP (R\$/st)	42,10	

Os indicadores econômico-financeiros demonstram alta viabilidade do plantio de eucalipto para lenha, mesmo considerando o custo de oportunidade da terra (Tabela 3). O cenário modal permite a remuneração anual equivalente de mais de R\$ 600,00 por hectare ao pequeno produtor além da remuneração pelo uso dos fatores de produção de sua propriedade (terra, trabalho e capital). O retorno máximo obtido pelo capital investido na atividade superou e muito a TMA considerada (3,8% ao ano), e permitiu um retorno maior que 25% para cada real investido na silvicultura (Relação B/C).

Entretanto, vale observar que o modal de produção é realizado em pequenas propriedades rurais familiares, cujas exigências ambientais, fiscais e trabalhistas são diferentes quando comparadas com a realidade que uma empresa de grande porte está sujeita, principalmente no que tange à mão de obra. Dados apresentados por Moreira et al. (2016) de um sistema de produção de grande escala que utiliza mão de obra contratada, relataram custos de operações manuais da ordem de R\$ 160,00 a R\$ 190,00 a diária paga para empresas terceirizadas, e um custo de corte de 9,00 R\$/mst e de remoção de 13,00 R\$/mst, sendo elevados também pela sua operação em áreas declivosas. Ainda segundo o mesmo estudo, os elevados custos de implantação, colheita (devido aos encargos trabalhistas e ao alto custo decorrente do relevo mais acidentado) e transporte, com preços de arrendamento da terra e madeira semelhantes, o sistema avaliado pelos autores resultou em VAE de 42,23 R\$/ha, uma TIR de 5,02 % e CMPP de 54,26 R\$/mst para um ciclo de duas rotações com as mesmas idades de corte e duração.

Portanto, existe um custo social que não foi incorporado nesta análise da produção na pequena propriedade, remetendo a necessidade de outros estudos que considerem o impacto destes sobre os indicadores de viabilidade da atividade nos pequenos produtores que desejem aumentar a sua escala para se tornarem fornecedores de madeira na sua localidade. O melhor indicador para esta comparação seria observar o CMPP, onde o custo na pequena propriedade familiar, mesmo com todos os custos de oportunidade considerados, é 23% menor que o calculado para o sistema em maior escala. Provavelmente, esta redução decorre da menor distância de transporte e da não remuneração dos encargos sociais na mão de obra utilizada.



### 3.2. Impacto do rendimento de corte e da densidade de plantio no modal proposto

A Figura 1 apresenta o impacto dos diferentes cenários de rendimento de corte em três densidades de plantio sobre alguns rendimentos, usos de recursos e custos envolvidos na operação de corte.

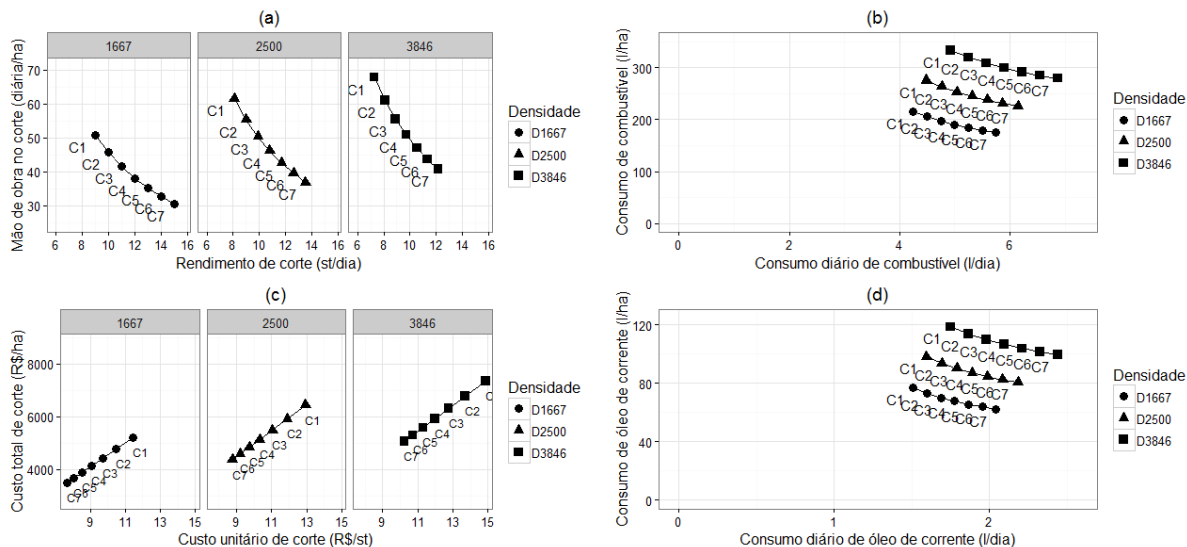


Figura 1 – Rendimentos e custos considerados nos diferentes cenários de corte e densidades de plantio

Observa-se que a medida que aumenta o rendimento de corte, do cenário C1 para o cenário C7 (Figura 1a), nota-se uma queda da necessidade de mão de obra total por hectare para corte e traçamento da lenha independente da densidade de plantio. Contudo, quanto maior for a densidade de plantio maior será a necessidade de mão de obra, em função da queda de rendimento esperada (10 %) para cada aumento de densidade. No que tange ao consumo de combustível e óleo de corrente, se observa um comportamento semelhante (Figuras 1b e 1c), ou seja, a medida que aumenta o rendimento de corte (C1 para C7) verifica-se um aumento do consumo diário desses insumos, porém com menor consumo por hectare devido ao aumento de rendimento diário da operação, com redução da necessidade de dias de trabalho (Figura 1a).

O aumento da densidade de plantio provoca um aumento do número de árvores para colheita, com redução do volume individual por árvore, o que resulta em um aumento do número de árvores a serem cortadas em um dia para se atingir a meta de produtividade. Isto resulta em um aumento no consumo diário de combustível e óleo de corrente, como aumento no consumo total destes insumos por hectare. Por outro lado, os custos unitário e total de corte reduzem com o aumento do rendimento (Figura 1c) e são crescentes à medida que aumenta a densidade de plantio. Outro fator importante é a perda de rendimento nas operações de remoção e empilhamento da madeira, demorando mais tempo para a execução das operações devido ao menor volume individual das peças de lenha. Entretanto, o esforço ergonômico para se operar com peças de menor dimensão é inferior àquele necessário para operar peças de maior dimensão. As possíveis vantagens e desvantagens associadas aos rendimentos, custos e condição ergonômica do trabalho de colheita florestal na pequena propriedade carece de maiores conhecimentos, sendo necessária a execução de estudos mais detalhados neste tema para uma melhor tomada de decisão e orientação técnica aos produtores rurais.

Esses indicadores de consumo e custos são importantes para explicar as variações nos indicadores de viabilidade econômico-financeira decorrentes das alterações do rendimento de corte e densidade de plantio (Figura 2).

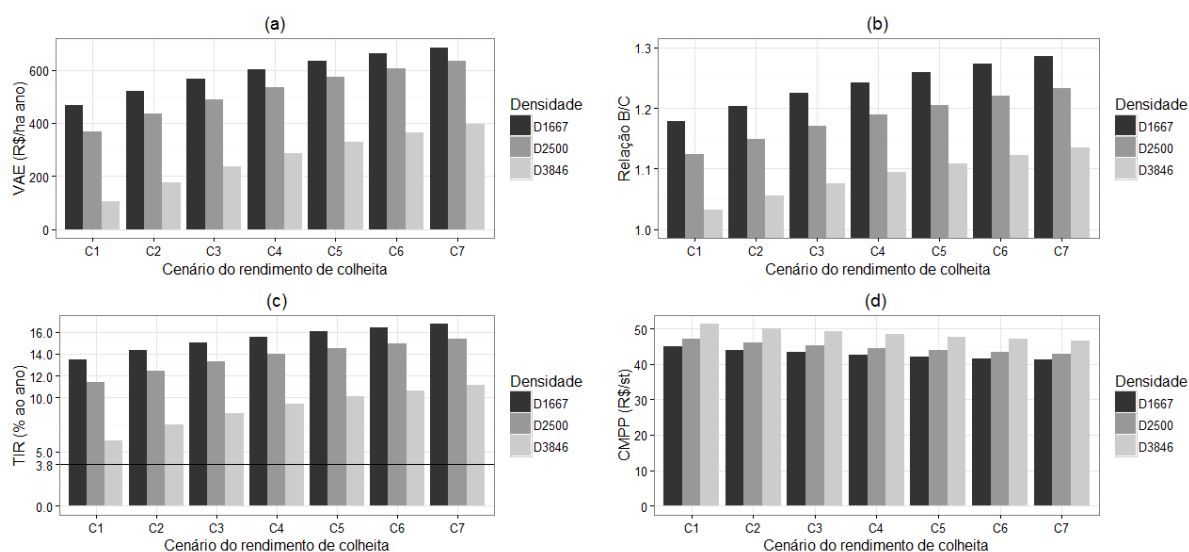


Figura 2 – Indicadores de viabilidade financeira nos diferentes cenários de corte e densidades de plantio

O resultado que primeiro chama a atenção ao observar os gráficos dos indicadores de viabilidade financeira apresentados na Figura 2, é que o plantio de eucalipto para lenha em pequena escala na propriedade familiar, com comercialização da madeira nas vizinhas próximas, foi viável em todos os cenários analisados. Mesmo em situações de baixa capacitação para exercer a atividade de corte e o uso de densidades de plantio não recomendadas, a atividade permaneceu viável para a situação analisada.

Entretanto, o uso de uma elevada densidade de plantio (D3846) acarreta em uma perda significativa no potencial de retorno econômico da atividade. Isto explica a preocupação das entidades e empresas que possuem assistência técnica na área de silvicultura na alteração deste comportamento do pequeno produtor florestal na região, que contribui para reduzir o ganho financeiro (Figura 2a, b e c), e aumentar o custo médio ponderado de produção da madeira (Figura 2d), além de demandar mais de um recurso valioso e escasso do pequeno agricultor (mão de obra), tanto na corte (Figura 1a) como na remoção e na implantação (Tabela 1). Ao se comparar os dois cenários de densidade de plantio, a densidade intermediária (D2500) e a recomendada (D1667), verifica-se que a densidade recomendada apresenta os melhores resultados financeiros para todos os indicadores (Figura 2).

Este fato apenas ressalta a importância da capacitação na colheita no resultado final da atividade e da necessidade da realização de estudos de tempos e movimentos, e ergonomia, para as operações de colheita em pequenos produtores. Outro comportamento que fica evidente na Figura 2 é a melhora considerável nos indicadores de viabilidade financeira com o aumento do rendimento da operação de corte em todas as densidades de plantio consideradas. Isto decorre do uso menor de mão de obra, menor consumo de combustível e óleo de corrente e, conseqüentemente, menor custo total de corte (Figura 1c).

O VAE varia de 103,64 (R\$ ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>) no cenário C1 de alta densidade até 684,62 (R\$ ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>) no cenário C7 de densidade recomendada (D1667). A relação B/C varia de 1,03 até 1,28, resultando no retorno de R\$ 1,03 a R\$ 1,28 para cada unidade monetária de custo aportada

no projeto. A TIR varia de 6,0% a 16,8%, indicando ótima rentabilidade tendo em vista a TMA de 3,8%. O CMPP varia de 41,24 R\$/mst a 51,35 R\$/mst, ficando abaixo do preço de venda da lenha (53,00 R\$/mst).

A Figura 3 apresenta dois importantes resultados. O primeiro deles refere-se ao impacto da perda de rendimento nas operações de colheita no resultado financeiro final da atividade, evidenciado pelo deslocamento dos indicadores de viabilidade para esquerda à medida que aumenta a densidade de plantio. A não consideração da perda de rendimento nas operações de corte e remoção decorrente da redução do volume individual das árvores nos cenários com maior densidade de plantio poderia levar a conclusões equivocadas sobre o sistema de produção de melhor retorno econômico. O segundo resultado é a queda do retorno econômico com o aumento da densidade de plantio. Em todos os cenários, a densidade recomendada (D1667) apresentou os melhores indicadores, seguido de perto da densidade intermediária (D2500). Já na alta densidade (D3846) verifica-se forte queda dos indicadores de viabilidade analisados.

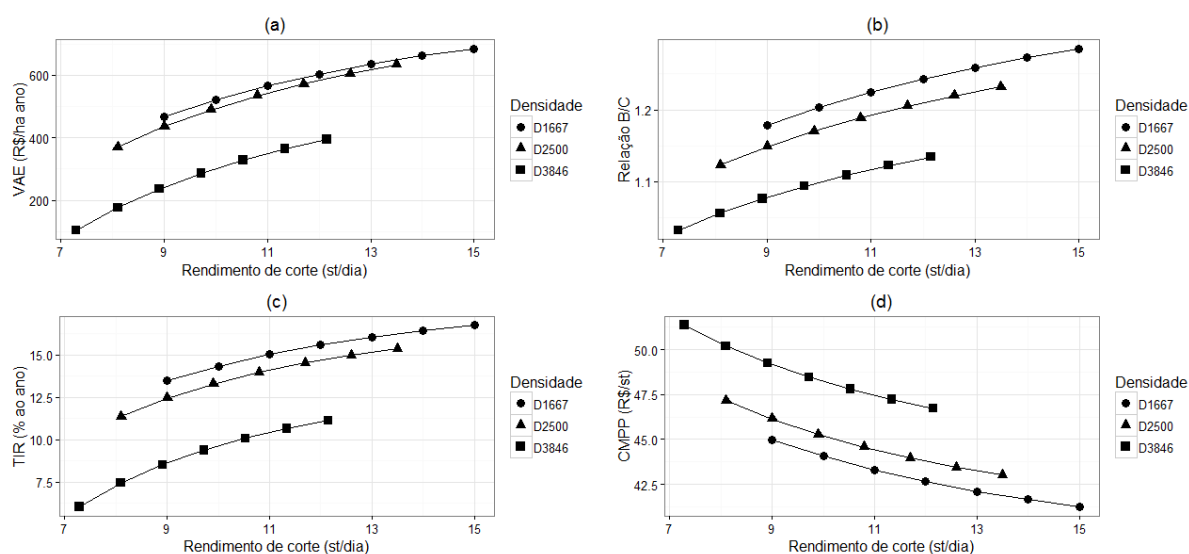


Figura 3 – Indicadores de viabilidade financeira em relação aos rendimentos de corte considerando a perda de rendimento nas operações de colheita

A Figura 4 apresenta qual seria o resultado dos cenários caso o pressuposto de redução dos rendimentos das operações de corte e remoção fossem adotados. Os resultados econômicos consideram apenas o aumento do custo de implantação e o seu consequente aumento de produtividade na idade de corte, mantendo-se os mesmos rendimentos para as operações de colheita.

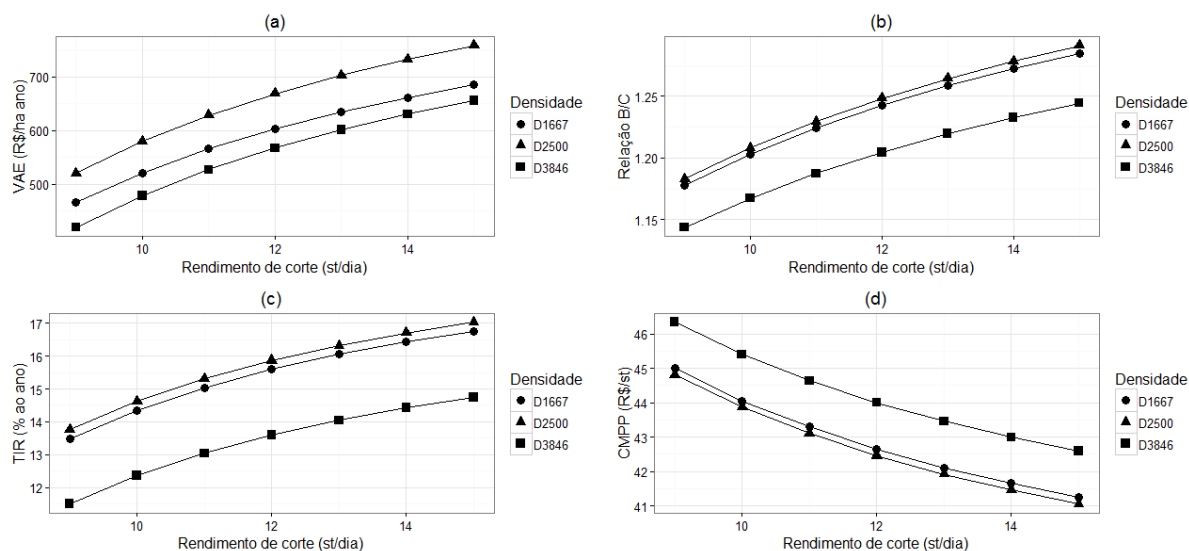


Figura 4 – Indicadores de viabilidade financeira em relação aos rendimentos de corte desconsiderando a perda de rendimento nas operações de colheita

Ao observar a Figura 4, se chegaria à uma conclusão equivocada de que a densidade de plantio com melhor retorno econômico seria a de 2.500 plantas por hectare. Embora os valores de perda de rendimento tenham sido estimados, a ocorrência desta perda é bem conhecida dos profissionais envolvidos na colheita florestal e foram utilizados índices conservadores para representar tais perdas, sendo necessários estudos mais detalhados para melhor embasar as tomadas de decisão dos pequenos agricultores, bem como das organizações envolvidas na transferência de tecnologia silvicultural para este público.

#### 4. Conclusões

A produção de eucalipto para lenha realizada por pequenos agricultores para venda na sua vizinhança mostrou-se viável do ponto de vista econômico, com resultados bastante significativos.

A densidade recomendada de plantio (D1667) propiciou melhores resultados econômicos que os outros dois espaçamentos simulados.

O aumento do rendimento da operação de corte decorrente de uma maior capacitação impactou positivamente no retorno econômico da atividade.

A não consideração da perda de rendimento nas operações de colheita (corte e remoção) decorrente da redução do volume individual das árvores provocada pelo aumento da densidade de plantio pode levar a uma tomada de decisão equivocada em relação ao melhor sistema de produção de eucalipto para lenha na região de estudo.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa Florestas, pelo financiamento da pesquisa, à Associação dos Fumicultores do Brasil (Afubra), pelo apoio na cessão do espaço para realizar a reunião de validação do painel de custos, aos pequenos produtores e especialistas florestais da região, pela participação nas reuniões e contribuições para a coleta dos dados e validação do sistema de produção modal delineado.

## 6. Referências

AFONSO JÚNIOR, P. C.; OLIVEIRA FILHO, D.; COSTA, D. R. Viabilidade econômica de produção de lenha de eucalipto para secagem de produtos agrícolas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 28-35, jan./abr. 2006.

BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.

CASTRO, R. R. de; SILVA, M. L. da; LEITE, H. G.; OLIVEIRA, M. L. R. de. Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, MG, v. 13, n. 4, p. 353-359, out/dez 2007.

CLIMATE-DATA. **Clima**: Santa Cruz do Sul. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/4071/>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

DOSSA, D.; SILVA, H. D. da; BELLOTE, A. F. J.; RODIGHERI, H. R. **Produção e rentabilidade do eucalipto em empresas florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 83).

FARIAS, J. A. de. **Atividade florestal no contexto da fomicultura**: oportunidade de desenvolvimento regional, diversificação, geração de emprego e renda. Santa Maria, 2010. 168 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

FINGER, CESAR AUGUSTO GUIMARÃES. **Tabelas para o manejo florestal de Eucalyptus grandis saligna, em primeira e segunda rotações**. Santa Maria: Centro de Pesquisas Florestais, 1997. 85 p.

HARTWIG, M. Trajetórias de trabalho de famílias integradas à agroindústria na produção de fumo. **Revista da RET**. Estudos do Trabalho, ano III, n. 4, 2009. p. 34. Disponível em: <<http://www.estudosdotrabalho.org/Trajeto%F3rias%20de.pdf>> Acesso em: 22 mar. 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2015**. IBGE, 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2015/default.shtm>>. IBGE, 2015. Acesso em: 24 mar. 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431680&search=rio-grande-do-sul|santa-cruz-do-sul>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

KLEMPERER, W. D. **Forest resource economics and finance**. New York: McGraw-Hill, 1996. 551 p.

LEITE, E. Da S.; FERNANDES, H. C.; GUEDES, I. L.; AMARAL, E. J. Do. Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 637-643, jul./set. 2014.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; SIMIONI, F. J.; SANTANA, L. F. de. Impacto do regime de manejo na rentabilidade da produção de lenha de eucalipto na região de Itapeva-SP, sob condições de risco. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 54., 2016, Maceió. **Anais ...** Maceió: SOBER, 2016.

POKORNY, B.; FERREIRA, C. A. P.; STEINBRENNER, M. **Custos de operações florestais: noções e conceitos.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 80 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 373).

RESENDE, J. L. P.; PADUA, C.T.J.; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S. Análise Econômica de Fomento Florestal com Eucalipto no Estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 221-231, jul./set. 2006.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais.** 2ª Ed., Viçosa: UFV, 2011. 386 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de infraestrutura e logística do Rio Grande do Sul, 2015. **Balanco Energético do Rio Grande do Sul 2014: ano base 2014.** 2015. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2015.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf)> Acesso em: 21 mar. 2017.

SCHNEIDER, P. R.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, S. P. 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, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p. 1-6.

SILVEIRA, R. L. L. A cultura do tabaco na Região Sul do Brasil: dinâmica de produção, organização espacial e características socioeconômicas. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 19, p. 23-40, 2015.

SIMIONI, F. J. et al. Produção de lenha de eucalipto para energia: o desafio do pequeno produtor fumicultor de Santa Cruz do Sul/RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 53., 2015, João Pessoa. **Anais ...** João Pessoa: SOBER, 2015.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; REZENDE, J. L. P.; GOMES, M. F. M. Competitividade da cadeia produtiva da madeira de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 5, p. 917-928, 2010.

VIDAL, J. M., et al. Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015.