

Análise de viabilidade econômica da produção de eucalipto para energia em Rio Verde, GO



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 327

**Análise de viabilidade econômica da produção de
eucalipto para energia em Rio Verde, GO**

*José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira
Cristiane Aparecida Fioravante Reis
Flávio José Simioni
Vera Lucia Elias de Oliveira*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da
Embrapa Florestas

Presidente
Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente
José Elidney Pinto Júnior

Secretário-Executivo
Neide Makiko Furukawa

Membros
*Álvaro Figueredo dos Santos, Gizelda Maia Rego,
Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling, Luis
Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski,
Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderés Aparecida
de Sousa*

Supervisão editorial
José Elidney Pinto Júnior

Revisão de texto
José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica
Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Neide Makiko Furukawa

Fotos capa
José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

1ª edição
Versão digital (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Florestas

Análise de viabilidade econômica da produção de eucalipto para energia
em Rio Verde, GO. [recurso eletrônico] / José Mauro Magalhães
Ávila Paz Moreira ... [et al.]. - Colombo : Embrapa Florestas, 2019.
27 p. : il. color. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-
3958 ; 327)

Modo de acesso: World Wide Web:
<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

1. *Eucalyptus*. 2. Bionergia. 2. Floresta plantada. 4. Produção
florestal. 5. Estudo de viabilidade. 6. Goiás - Brasil. I. Moreira, José
Mauro Magalhães Ávila Paz. II. Reis, Cristiane Aparecida Fioravante.
III. Simioni, Flávio José. IV. Oliveira, Vera Lucia Elias de. V. Série.

CDD (21. ed.) 634.973766

Autores

José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

Engenheiro Florestal, doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Cristiane Aparecida Fioravante Reis

Engenheira Florestal, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Flávio José Simioni

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, professor Associado da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Lages, SC

Vera Lucia Elias de Oliveira

Engenheira Civil, mestre em Engenharia do Meio Ambiente, gestora de projetos do Sebrae-GO, Goiânia, GO

Apresentação

A avaliação de viabilidade econômica é uma ferramenta auxiliar à tomada de decisão de qualquer empreendimento que busque o retorno econômico com sua atividade. Os empreendimentos silvícolas não são diferentes, podendo ser até mais importantes quando comparados aqueles que envolvem culturas agrícolas anuais, uma vez que a produção florestal madeireira se concentra em determinados períodos do tempo de um ciclo de produção relativamente longo.

Quando a produção madeireira é de menor valor agregado, como a produção de biomassa para uso energético, algumas operações são chaves para que as possibilidades de bons retornos econômicos sejam aumentadas. Dentre estas operações estão: os custos de transporte e de colheita, a produtividade do plantio florestal e o modal de produção propriamente dito.

Para um melhor planejamento da atividade florestal, é necessário não apenas conhecer como se produz a floresta, mas como se comporta a sua cadeia produtiva e quais são as variáveis chaves que podem interferir na rentabilidade e na atratividade do negócio florestal. Nas novas fronteiras florestais, como a Região Centro-Oeste, os chamados *greenfields*, a carência de informações ou de estudos econômicos é ainda maior. Essas informações são extremamente necessárias, pois auxiliam os agentes econômicos envolvidos na construção de uma cadeia produtiva madura, viável e sustentável.

O objetivo desta publicação é comparar o retorno financeiro de sistemas de produção modais encontrados no município de Rio Verde, GO, em meados de julho de 2018. Dois produtos foram analisados, denominados de lenha de metrinho e cavaco, cada um com seus respectivos sistemas de colheita. Os impactos da distância de transporte e de variações de preço dos produtos entregue ao cliente na rentabilidade dos sistemas de produção também foram avaliados.

Espera-se com esta publicação contribuir para o desenvolvimento florestal na região Centro-Oeste, auxiliando produtores, consumidores e formuladores de políticas públicas e setoriais no entendimento e compreensão do comportamento desta cadeia produtiva.

Sérgio Gaiad

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Florestas

Sumário

1	A produção de eucalipto para energia na Região Centro-Oeste	9
2	Situação atual da eucaliptocultura em Rio Verde	10
3	O sistema de produção modal elaborado	11
3.1	Custos silviculturais do sistema de produção	12
3.2	Preços de mercado para lenha e cavaco	13
3.3	Distância de transporte	14
3.4	Comercialização de lenha com colheita semimecanizada	14
3.5	Comercialização de cavaco com colheita mecanizada	15
3.6	Outros custos incidentes sobre a produção florestal	16
3.7	Indicadores de viabilidade econômica	17
4	Análise de viabilidade econômica	17
4.1	Modal com colheita semimecanizada e carregamento manual (lenha de metrinho)	17
4.2	Modal com colheita mecanizada e picagem no campo (cavaco)	22
5	Discussão dos resultados	25
6	Conclusões	26
	Agradecimentos	27
	Referências	27

1 A produção de eucalipto para energia na Região Centro-Oeste

A silvicultura intensiva permaneceu pouco desenvolvida durante muitos anos na região Centro-Oeste, em decorrência de aspectos como a distância das principais unidades industriais do segmento de florestas plantadas localizadas nas regiões Sudeste e Sul, bem como dos mercados fornecedores de insumos e dos mercados consumidores (IBGE, 2017; Reis et al., 2015). Assim, boa parte das demandas por produtos florestais foram, até então, supridas pelo extrativismo regional ou por produtos da silvicultura, especialmente de eucaliptos, procedentes de outras regiões (IBGE, 2017).

Entretanto, na atualidade, a região Centro-Oeste é considerada uma das novas fronteiras da silvicultura brasileira. Entre os usos mais comuns da madeira de eucalipto nessa região, se destaca o energético para abastecer indústrias de transformação, como secadores de grãos; cerâmicas; olarias; pizzarias e, também, em caldeiras de empresas alimentícias, frigoríficos e laticínios; dentre outros (Reis et al., 2015). Atualmente, essa região é responsável por 9,02% da produção nacional de madeira para energia (IBGE, 2017).

Na análise da série histórica da quantidade de lenha produzida, observa-se 392.000 m³ produzidos no Centro-Oeste, no ano de 1986 e 5.010.073 m³ em 2017, sendo um acentuado incremento notado a partir de 2010 (Figura 1) (IBGE, 2017). Várias causas podem explicar este expressivo aumento da produção na região, como o aumento da produção de grãos e granjas de suínos e frangos no Centro-Oeste, que demandam madeira para geração de energia com secagem e processamento dos grãos, e para aquecimento das granjas. Indústrias alimentícias também estão entre as consumidoras de madeira para energia, e todas foram impulsionadas pelo crescimento da população, da economia e da produção até 2015.

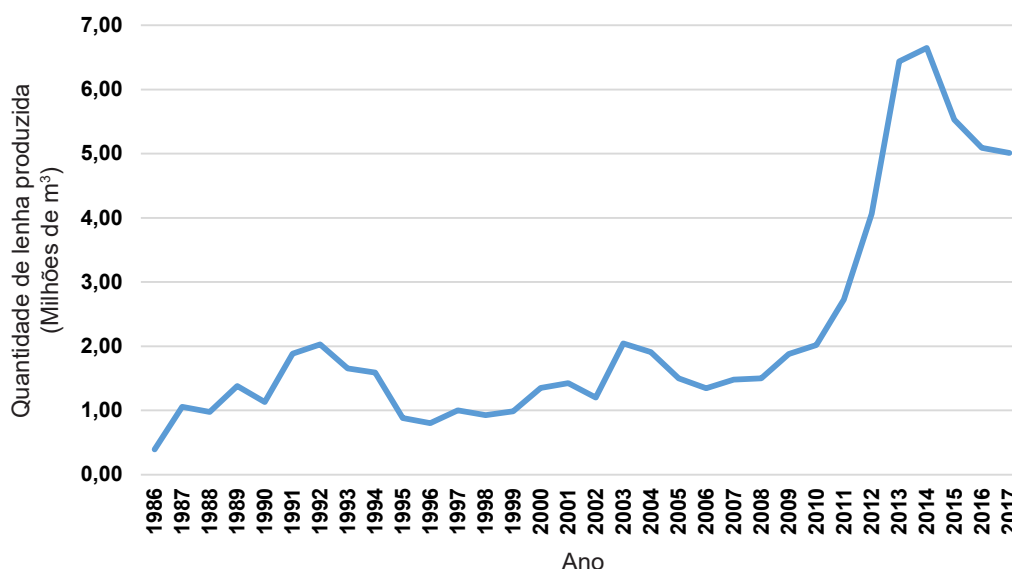


Figura 1. Série histórica da quantidade de madeira para uso energético, procedente da silvicultura, produzida na região Centro-Oeste.

A partir daí, observa-se uma forte queda na produção de lenha da região, podendo ser explicada, em parte, pelo desaquecimento da economia decorrente da crise econômica vivida pelo Brasil nos três últimos anos. Outros aspectos que podem influenciar esta redução é o uso de outras fontes de energia, como bagaço de cana, a redução da safra de grãos ocorrida em 2014 ou a redução do teor de umidade dos grãos devido à estiagem e menor umidade observados nestes últimos anos. A redução da demanda frente à expansão da oferta de madeira na região, nos últimos anos, tem pressionado os preços para baixo, o que tem desestimulado alguns produtores que estão deixando suas florestas aptas para colheita em pé, aguardando melhores preços para realizá-la. Entretanto, há que se convir que o consumo de madeira para energia está diretamente correlacionado ao atendimento de demandas básicas da população e é uma das fontes energéticas mais competitivas em termos de custo para uso na indústria de grãos (secagem e processamento), o que preserva a importância dessa produção no decorrer dos próximos anos.

2 Situação atual da eucaliptocultura em Rio Verde

O município de Rio Verde está inserido na região Sudoeste de Goiás, sendo classificado como o segundo município mais competitivo do Estado, com economia de elevado porte e crescimento agrícola avançado nas últimas três décadas (Goiás, 2010; 2012). Salienta-se que Rio Verde ocupa a quarta colocação estadual, dentre os 246 municípios goianos, em número de habitantes, de empresas e de pessoal ocupado (Goiás, 2018).

É destaque nacional na produção, no beneficiamento e na secagem de grãos de soja, de milho, de algodão, de sorgo, de feijão e de girassol. Além de possuir significativa relevância na criação intensiva de aves, suínos e bovinos, sendo comum no município a presença de vários dos grandes laticínios e frigoríficos de renome nacional e internacional. Figura também como o maior município exportador de Goiás, com faturamento de aproximadamente US\$ 977 milhões FOB em 2017, impulsionado exclusivamente pelos produtos gerados pelo agronegócio (Goiás, 2018).

Como demanda para suprir o pujante agronegócio de Rio Verde, surge a necessidade de madeira para uso energético para o atendimento dos diversos segmentos industriais acima mencionados e que têm sido 100% abastecidos pelas plantações de eucalipto. Neste cenário, Rio Verde se destaca como o segundo maior plantador de eucalipto de Goiás, com 11.937 ha, tendo sido responsável por 7,5% da área plantada estadual em 2016 (Reis et al., 2017). Em 2017, a produção municipal de lenha foi 558.000 m³, sendo Rio Verde classificado como o terceiro maior produtor de lenha do Brasil (IBGE, 2017).

Maiores detalhes sobre a evolução da produção de madeira para atender usos energéticos em Goiás e em Rio Verde podem ser observados na Figura 2. Nota-se que tanto a produção de lenha estadual goiana quanto a de Rio Verde apresentaram queda nos últimos três anos, decorrentes da crise econômica e outros fatores já destacados na seção anterior.

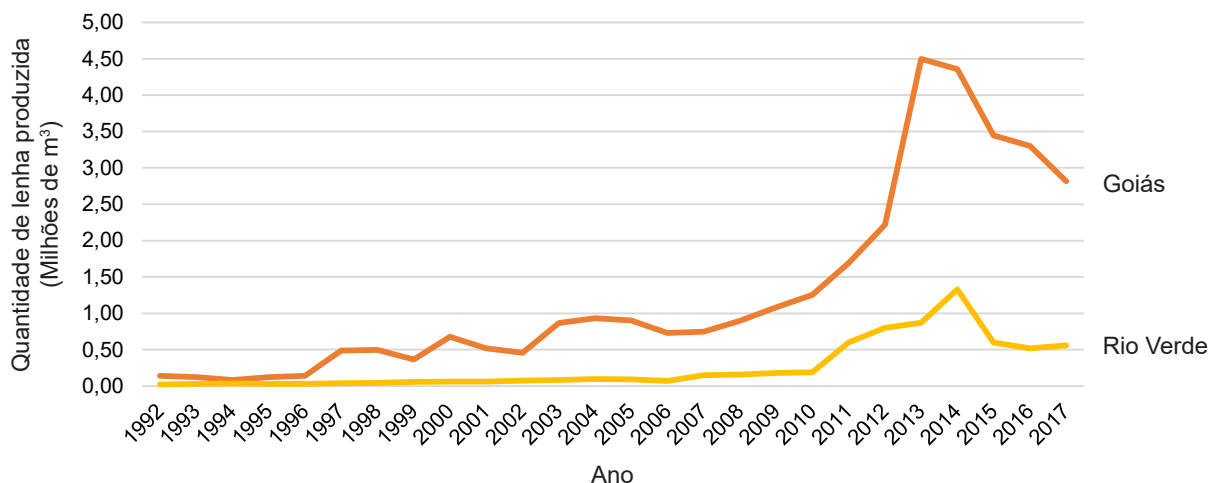


Figura 2. Série histórica da quantidade de madeira para uso energético, procedente da silvicultura, produzida no Estado de Goiás e no município de Rio Verde.

3 O sistema de produção modal elaborado

O sistema de produção modal (SPM) de eucalipto delineado para energia na região de Rio Verde consiste em um ciclo de produção de doze anos. Assim, a colheita da primeira rotação é feita no sexto ano e a colheita da condução da rebrota (segunda rotação) no décimo segundo ano, quando a rebrota atinge seis anos de idade.

O SPM contempla o plantio em terras arenosas, com teor de argila médio abaixo de 15% e com uso anterior de pastagem. Os produtores deste modal utilizam elevado nível tecnológico como forma de almejar alta produtividade. O material genético comumente utilizado nas florestas é o clone AEC 144 (*Eucalyptus urophylla*), também comercializado com os códigos de I 144 ou 3335, com densidade de plantio de 1.350 plantas por hectare (espaçamento de aproximadamente 3 m x 2,5 m), com uma produção esperada de 310,10 m³/ha, aos seis anos de idade, na primeira rotação (incremento médio anual - IMA de 51,68 m³/ha.ano) e uma produção de 262,00 m³/ha, aos seis anos de idade, na segunda rotação (IMA de 43,67 m³/ha.ano). A escala considerada foi a operação em um talhão homogêneo de 50 hectares, com a contratação de serviços terceirizados para a execução das operações silviculturais, de colheita e de transporte.

A primeira rotação é composta das seguintes operações: **no primeiro ano** - análise de solo, combate às formigas no pré-plantio, aplicação de calcário, dessecação química, subsolagem com adubação de base, tratamento das mudas, plantio das mudas, combate às formigas no pós-plantio, controle de mato-competição com herbicida pré-emergente, controle de mato-competição com herbicida pós-emergente e duas adubações de cobertura, sendo a primeira conduzida 100 dias após o plantio e a segunda 300 dias após o plantio; **no segundo ano** - controle de mato-competição com herbicida pós-emergente, monitoramento e combate às formigas e uma terceira adubação de cobertura, aos 650 dias após o plantio; **a partir do segundo ano** - o controle e o combate às formigas são realizados anualmente; **no quarto ano** - controle de mato-competição com herbicida pós-emergente para limpeza da área e outro controle de mato-competição na pré-colheita da madeira para facilitar as operações de corte da floresta e de remoção da madeira.

A segunda rotação é composta das seguintes operações: **no primeiro ano** - análise de solo, combate às formigas na pós-colheita da primeira rotação, aplicação de calcário, controle de mato-competição com herbicida pós-emergente, primeira condução da rebrota (seleção do melhor broto¹), adubação de cobertura logo após a primeira desbrota, segunda condução da rebrota, monitoramento e combate às formigas; **no segundo ano** - controle de mato-competição com herbicida pós-emergente, segunda adubação de cobertura, aos 300 dias pós primeira desbrota, monitoramento e combate às formigas, terceira adubação de cobertura, aos 600 dias pós primeira desbrota; **a partir do segundo ano** - controle e combate às formigas anualmente; **no quarto ano** - controle químico de mato-competição com aplicação de herbicida pós-emergente e outro controle químico de mato-competição com aplicação de herbicida pós-emergente no ano da colheita.

3.1 Custos silviculturais do sistema de produção

O custo total por hectare de cada operação listada acima encontra-se na Tabela 1.

Os preços dos serviços já englobam os custos totais dos prestadores de serviço, ou seja, contemplam os impostos, os encargos, as depreciações e sua remuneração da atividade. Nos custos com insumos já estão contabilizadas as taxas das entregas na propriedade rural.

A forma de comercialização considerada foi a madeira entregue no cliente, visando captar o impacto dos custos de colheita e de transporte na rentabilidade da produção florestal. Dois modais de colheita foram analisados: 1) colheita com motosserra (um operador e um auxiliar), com carregamento dentro do talhão e transporte com caminhão trucado, produzindo lenha em peças de um metro de comprimento (lenha de metrinho²) e 2) colheita mecanizada com *feller buncher*, baldeio com *skidder* e picagem da madeira no campo, com grua carregadora e picador móvel, produzindo os cavacos. A distância de transporte considerada foi apenas de ida, sendo a volta realizada com o caminhão vazio sem considerar o frete de retorno.

¹ No manejo da brotação deixa-se apenas um ou dois brotos por planta. Geralmente, mantém-se um broto por planta, deixando-se dois nas plantas vizinhas às falhas de brotação ou na bordadura do talhão.

² A lenha chamada de “metrinho” é a comercializada em toras variando de 90 cm a 110 cm de comprimento, sendo mais comum 100 cm. Há também a denominação de “metrão”, que consiste na lenha em toras de 200 cm a 220 cm de comprimento.

Tabela 1. Custos silviculturais (R\$/ha) de produção de madeira de eucalipto para uso energético no município de Rio Verde, Goiás.

Operação	Idade do plantio florestal (anos)							
	0	1	2	3	4	5	6	
Primeira Rotação	Análise de solo	3,75						
	Combate às formigas no pré-plantio	116,00						
	Aplicação de calcário	400,00						
	Aplicação de herbicida: dessecação	128,00						
	Subsolagem com adubação de base	905,00						
	Tratamento de mudas	50,56						
	Plantio	940,00						
	Combate às formigas no pós-plantio	56,00						
	Controle de mato-competição: pré-emergente	132,00						
	Replantio (20 a 30 dias após plantio)	77,00						
	Controle de mato-competição: pré-emergente	132,00						
	Controle de mato-competição: pós-emergente	220,00	240,00			145,00		220,00
	Adubação de cobertura (100 dias pós plantio)	640,00						
	Adubação de cobertura (300 dias pós plantio)	640,00						
	Combate às formigas: manutenção		83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00
	Adubação de cobertura (650 dias pós plantio)		480,00					
	Custo total - Primeira Rotação	4.440,31	803,00	83,00	83,00	228,00	83,00	303,00
Segunda Rotação	Análise de solo	3,75						
	Combate às formigas no pós-colheita	56,00						
	Aplicação de calcário	400,00						
	Controle de mato-competição: pós emergente	180,00	180,00			145,00		220,00
	Condução de rebrota	400,00						
	Adubação de cobertura (pós 1ª desbrota)	640,00						
	Condução de rebrota	200,00						
	Combate à formiga: manutenção	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00
	Adubação de cobertura (300 dias pós rebrota)		640,00					
	Adubação de cobertura (650 dias pós plantio)		480,00					
Custo total - Segunda Rotação	1.962,75	1.383,00	83,00	83,00	228,00	83,00	303,00	

Nota: Fluxo de caixa real elaborado com os custos obtidos em 12 de junho de 2018. Os valores da segunda rotação se inserem no fluxo de caixa, no período de tempo igual a idade do plantio na segunda rotação mais os seis anos da primeira rotação, então o ano 0 da segunda rotação equivale ao período de tempo de 6 anos no fluxo de caixa.

3.2 Preços de mercado para lenha e cavaco

O preço pago pelo metro cúbico de cavaco (m^3 de cavaco) entregue no cliente, acordado no painel de especialistas, foi 41,82 R\$/ m^3 de cavaco, o qual equivale a 115,00 R\$/ m^3 e 74,19 R\$/st (considerando os coeficientes de conversão $1 m^3 = 2,75 m^3$ de cavaco = 1,55 st)³. O preço pago pela lenha de metrinho, por algumas cooperativas, foi fixado em 75,00 R\$/st, equivalendo a 116,25 R\$/ m^3 e 42,27 R\$/ m^3 de cavaco. Entretanto, as cooperativas possuem demanda restrita atualmente, não havendo liquidez para todos os produtores neste mercado. Houve relato no painel que outros consumidores da região pagavam, no momento da pesquisa (12 de junho de 2018), valores entre 68,00 e 72,00 R\$/st pela lenha de metrinho.

³ A unidade de st se refere a “metro cúbico estéreo” e representa 1 m^3 de lenha empilhada.

Como a rentabilidade dos plantios florestais para energia apresenta elevada sensibilidade à variação dos preços praticados no cliente, foram analisados dois cenários alternativos (um pessimista e outro otimista), além dos cenários modais de preço de lenha de metrinho e de cavaco, para captar a sensibilidade do sistema modal de produção ao preço (Tabela 2). Para facilitar a comparação entre os modais de colheita, as análises foram realizadas considerando os preços dos quatro cenários para os dois produtos (lenha de metrinho e de cavaco).

Tabela 2. Preços dos produtos considerados nos cenários de produção de madeira de eucalipto, no município de Rio Verde, Goiás.

Cenário	R\$/m ³	R\$/st	R\$/m ³ de cavaco
Pessimista	105,00	67,74	38,18
Modal cavaco	115,00	74,19	41,82
Modal metrinho	116,25	75,00	42,27
Otimista	125,00	80,65	45,45

3.3 Distância de transporte

A distância mais comum de frete considerada na avaliação do sistema de produção foi 50 km entre a floresta e o consumidor. Entretanto, houve relatos de distâncias de transporte superiores a 50 quilômetros (km). Assim, como a rentabilidade da produção florestal de biomassa é sensível às variações nos custos de transporte, foram simulados adicionalmente cenários de distâncias de transporte de 20 km, 80 km e 150 km entre a floresta e o consumidor, visando estimar o impacto da distância na rentabilidade da produção florestal. O valor do frete considera que o retorno é realizado com o caminhão vazio e já inclui os impostos, os encargos e as margens do prestador de serviço.

3.4 Comercialização de lenha com colheita semimecanizada

A colheita é realizada com motosserra, sendo a equipe de trabalho composta por um operador e por um auxiliar que derrubam cada árvore, desgalham, traçam e embandeiram a madeira para o baldeio/carregamento. Observou-se a ausência da operação de baldeio neste sistema de colheita praticado, sendo a madeira carregada diretamente no caminhão de transporte dentro do talhão, com uso mais comum de caminhões trucados com capacidade de carga variando de 30 st a 38 st, a depender da umidade da madeira.

Produtores e consumidores relataram a ocorrência de alterações nas exigências das características de compra para a lenha de metrinho, sendo ratificada esta informação no painel de especialistas. Alguns consumidores relataram que a lenha de maior diâmetro melhora o rendimento de queima, reduzindo o consumo de biomassa e aumentando a eficiência de alimentação da caldeira por utilizar peças maiores. Tal relato, associado ao excesso de oferta de lenha no período do estudo, fez com que alguns consumidores não mais aceitassem peças de lenha com menos de 8 cm ou 10 cm de diâmetro na ponta fina, sendo que o mais usualmente praticado anteriormente era de 6 cm. Esta exigência reduz o volume comercial disponível para o produtor e, quando não está associada com um aumento de preço que agregue valor pela melhor qualidade, implica em custos adicionais ao produtor, dado pela perda de receita sem a devida redução de todos os custos de produção.

Para estimar o impacto desta alteração de exigência pelo mercado consumidor na rentabilidade dos cultivos florestais, foi simulada a produção do talhão no software SisEucalipto da Embrapa

Florestas, dividindo-se a produção florestal nos sortimentos a partir de 10 cm, 8 cm e 6 cm de diâmetro na ponta fina para toras de um metro de comprimento, sendo ajustado o volume comercial em cada cenário de comercialização analisado.

Os custos da terra e silviculturais permaneceram os mesmos para os três cenários, sendo ajustadas as receitas e os custos de colheita e transporte, que são pagos pela produção. A produção da primeira e segunda rotação, o volume comercial, os custos de colheita e transporte encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Produção e custos de colheita e transporte de lenha de eucalipto considerados nos vários cenários, no município de Rio Verde, Goiás.

Variáveis	Unidade	Primeira rotação	Segunda rotação
Idade de corte	Anos	6,0	6,0
Produção	m ³ /ha	310,10	262,00
	st/ha	496,16	419,20
Volume Comercial	DMin>06 cm	481,76	405,60
	DMin>08 cm	466,40	386,56
	DMin>10 cm	434,24	355,04
Custo de colheita	R\$/st	18,00	19,00
Custo de carga e descarga		7,50	7,50
Custo de transporte	20 km	10,00	10,00
	50 km	12,00	12,00
	80 km	16,00	16,00
	150 km	33,00	33,00

3.5 Comercialização de cavaco com colheita mecanizada

Os produtores que trabalham com uma escala maior (acima de 500 hectares de efetivo plantio) têm optado, geralmente, pela colheita mecanizada de suas florestas, com picagem de madeira na borda do talhão e entrega da madeira em forma de cavaco para os consumidores. Além disso, este também tem sido o modal optado por alguns produtores, mesmo que as áreas contínuas para colheita sejam menores, havendo relatos de viabilização deste tipo de serviço, com preços diferenciados para áreas a partir de 30 ha.

Quanto mais produtivo e/ou velho seja o plantio florestal, maior o volume médio individual de cada árvore do talhão (Leite et al., 2014; Simões et al., 2014). Isso aumenta tanto o rendimento operacional da colheita mecanizada quanto o rendimento da transformação de metros cúbicos de madeira para cavacos, com conseqüente redução do custo médio de colheita, o que permite melhores negociações de valores do serviço. Quando a colheita é realizada em áreas maiores, há uma maior diluição dos custos fixos de transporte das máquinas, reduzindo o custo unitário de colheita, até um determinado limite. Em ambos os casos, o contrário também é verdadeiro.

O modal delineado considera os custos de colheita para uma área contígua de 50 ha de alta produtividade, com rendimento médio de 2,75 metros de cavaco por metro cúbico de madeira (m³ de cavaco/m³). O modal de colheita é o de árvores inteiras, com corte realizado por *feller buncher*, sendo o arraste da madeira até a borda do talhão feito por *skidder*, onde a madeira é deixada para secar, por um prazo que varia de 45 dias (na estação seca) até 180 dias (na estação chuvosa). A picagem

das árvores é realizada na borda do talhão, por um conjunto contendo uma grua mecânica (carregador florestal) e um picador, sendo que o cavaco é destinado diretamente para o caminhão que irá transportar o produto, de modo que o carregamento está incluso na picagem. O descarregamento dos cavacos no cliente é realizado de forma mecanizada pelo piso móvel do próprio caminhão. Os valores de produção e de custos de colheita, de picagem e de transporte encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Produção e custos de colheita e de transporte de cavaco de eucalipto considerados nos cenários, no município de Rio Verde, Goiás.

Variáveis	Unidade	Primeira rotação	Segunda rotação
Idade de corte	Anos	6,0	6,0
Produção	m ³ /ha	310,10	262,00
	m ³ de cavaco/ha	852,77	720,50
Volume Comercial	m ³ de cavaco/ha	852,77	720,50
Custo de colheita		6,80	7,14
Custo de picagem	R\$/m ³ de cavaco	9,00	9,45
	20 km	6,00	6,00
	50 km	9,09	9,09
Custo de transporte	80 km	10,91	10,91
	150 km	15,27	15,27

A maior demanda por biomassa florestal na região tem ocorrido na forma de cavaco. Neste caso, são menos comuns os relatos de problema de liquidez em relação às demandas deste produto, embora os preços praticados na região também estejam em patamares desconfortáveis para os produtores e prestadores de serviço ligados à atividade, segundo relatado no painel de especialistas.

3.6 Outros custos incidentes sobre a produção florestal

Considerou-se um custo de arrendamento de terra a ser pago anualmente, ao final de cada ano, no valor de 600,00 R\$/ha. Além disso, foram também consideradas taxas de 3,00% de imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS) sobre a receita bruta e 2,30% de Funrural sobre a receita bruta menos o custo de ICMS.

O imposto de renda foi considerado para o produtor rural (Receita Federal, 2018a) na declaração de pessoa física, utilizando-se a tabela de imposto de renda cadastrada no software Imposto sobre a Renda da Pessoa Física (IRPF) 2018 (Receita Federal, 2018b). Duas bases para cálculo do imposto de renda do produtor rural foram analisadas, ambas representando a receita líquida do ano para fins de cálculo do imposto de renda: a) 20,00% da receita bruta do ano de colheita como lucro presumido; b) o valor da receita bruta no ano de colheita com desconto do prejuízo do ano anterior, dos custos silviculturais do ano, dos custos de impostos sobre a receita, dos custos de colheita e de transporte. O resultado com a menor base de cálculo foi aplicado sobre a tabela de cálculo do IRPF para definição do montante de imposto a ser pago.

A taxa mínima de atratividade (TMA) considerada foi 4,00 % em termos reais, ou seja, já descontada (acima) da inflação. O fluxo de caixa elaborado foi a preços constantes, utilizando o pressuposto que a inflação, caso haja, será a mesma para receitas quanto para despesas, ao longo do horizonte de planejamento do fluxo de caixa. Não foram considerados custos de pró-labore na análise.

3.7 Indicadores de viabilidade econômica

A viabilidade econômica dos sistemas de produção foi avaliada pelos indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE), Valor Esperado da Terra (VET), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício/Custo (B/C) e Custo Médio de Produção (CMP_r) (Rezende; Oliveira, 2013).

4 Análise de viabilidade econômica

4.1 Modal com colheita semimecanizada e carregamento manual (lenha de metrinho)

A comercialização da lenha de metrinho é a mais comumente usada para produtores em pequena escala, sendo seus principais clientes os armazéns que a utilizam para secagem dos grãos. Podem também ser utilizadas em padarias, aviários ou, até mesmo, nas caldeiras para geração de vapor para processamento dos grãos. Entretanto, este último mercado está utilizando o cavaco como forma de biomassa florestal mais comum e com tendência de aumento do seu uso.

A prática da não execução do baldeio tem sido utilizada nos últimos anos, como uma forma de redução de custos da colheita. Os produtores relataram não ter tido problemas com compactação do solo ou perda de produtividade no plantio seguinte. Isto pode ocorrer devido ao plantio se dar em solos arenosos e com baixa declividade. Entretanto, a recomendação silvicultural e de operação seria a execução do baldeio da madeira de dentro do talhão para a sua borda, reduzindo a compactação do solo e o desgaste dos caminhões utilizados para transporte, permitindo também o uso de caminhões com maior capacidade de carga, o que reduziria o custo unitário de transporte para distâncias maiores. Além disso, a retirada da madeira com caminhões operando dentro do talhão pode ser dificultada, em condições de solo úmido ou com tempo chuvoso, o que reduz a janela de tempo para realização da operação, podendo dificultar a oferta de volumes maiores de madeira durante um maior período de tempo ao longo do ano, para os consumidores.

Outro aspecto que contribui para reduzir a atratividade da atividade tem sido a exigência de aumento do diâmetro mínimo da tora utilizada para lenha, o que reduz o volume comercial efetivo da floresta. Esta redução aumenta a quantidade de biomassa residual no campo e impacta negativamente na rentabilidade do produtor florestal, que já se encontra reduzida devido ao aumento dos custos de produção, do preço baixo do produto e, em alguns casos, da falta de liquidez no mercado.

Ao se tentar melhorar a liquidez e contribuir para a melhoria do preço de comercialização da biomassa, uma cooperativa da região buscava pagar um preço um pouco acima do relatado pelo mercado, mas essa preferência de comercialização era somente concedida aos cooperados que possuíam uma maior parceria com a cooperativa. Além disso, a cooperativa já possui plantios próprios ou contratos de longo prazo com fornecedores que têm condições de fornecer um fluxo contínuo de biomassa, sendo reduzida a sua demanda para balcão de negócios.

Na tentativa de avaliar os fatores anteriormente citados e o seu impacto na atratividade da atividade, foi calculada a viabilidade econômica do cenário modal, bem como dos cenários alternativos destacados anteriormente. O fluxo de caixa do sistema de produção modal, com distância de transporte

de 50 km, preço de venda de 75,00 R\$/st e diâmetro mínimo aceito pela peça de lenha de 6 cm encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Fluxo de caixa do sistema modal de produção (SMP) de lenha em metrinho, com colheita semimecanizada, no município de Rio Verde, Goiás.

Ano	Custos (R\$/ha)						Total	Receitas R\$/ha
	Silviculturais	Terra	Colheita	Transporte	Impostos	IRPF		
0	4.440,31						4.440,31	
1	803,00	600,00					1.403,00	
2	83,00	600,00					683,00	
3	83,00	600,00					683,00	
4	228,00	600,00					828,00	
5	83,00	600,00					683,00	
6	2.265,75	600,00	8.400,69	9.100,75	1.831,17	1.716,51	23.914,87	35.002,88
7	1.383,00	600,00					1.983,00	
8	83,00	600,00					683,00	
9	83,00	600,00					683,00	
10	228,00	600,00					828,00	
11	83,00	600,00					683,00	
12	303,00	600,00	7.465,58	7.662,04	1.541,69	1.412,17	18.984,47	29.469,38

Nota: O custo de transporte engloba o carregamento e descarregamento manual.

Os resultados dos indicadores de viabilidade econômica encontram-se na Tabela 6 e as distribuições das receitas brutas pelas remunerações dos diferentes fatores de produção na Tabela 7 e Figura 3.

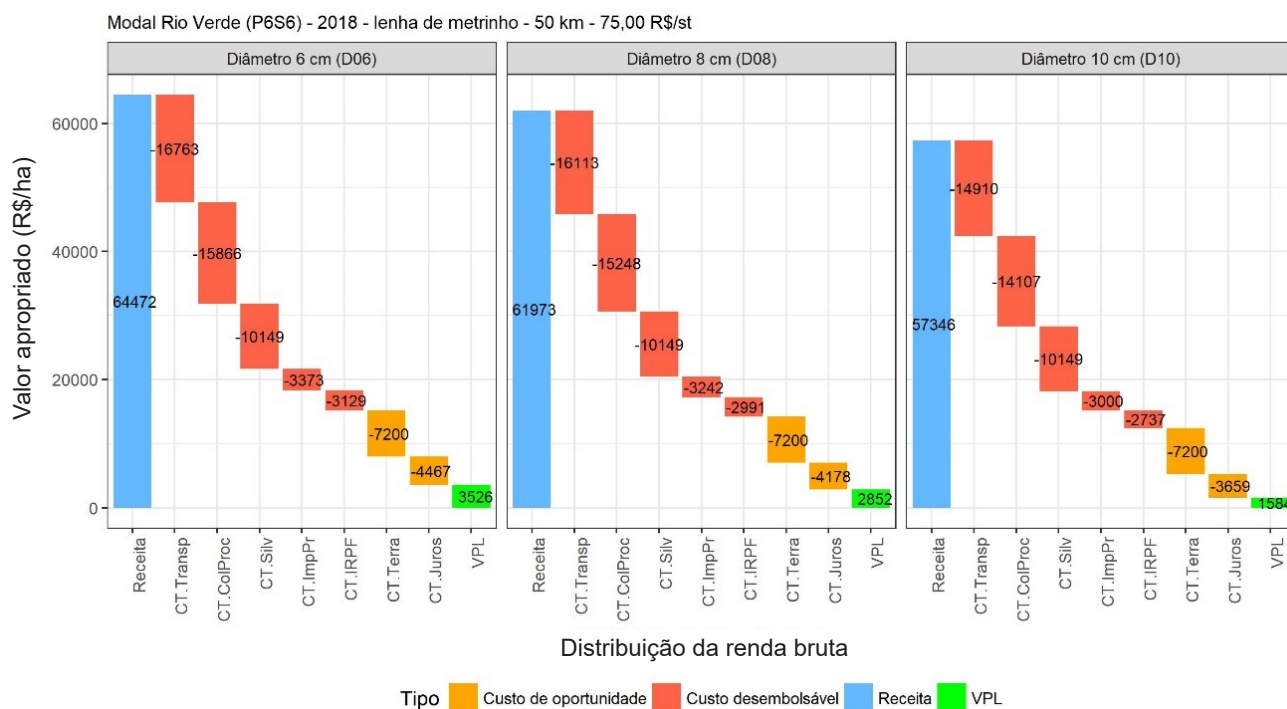
Tabela 6. Indicadores de viabilidade econômica do sistema modal de produção (SMP) de lenha em metrinho, com colheita semimecanizada, no município de Rio Verde, Goiás.

Indicador	Com terra	Sem terra
VPL (R\$/ha)	3.525,81	9.156,86
VAE (R\$/ha.ano)	375,68	975,68
VET (R\$/ha)	-	24.392,08
TIR (% ao ano)	9,24	-
Relação B/C	1,0829	-
CMP _r (No cliente - R\$/st)	68,57	-
CMP _r (Floresta em pé - R\$/st)	26,11	-

Tabela 7. Apropriação da receita bruta pelos diferentes fatores de produção, no sistema modal com toras de madeira com diâmetro mínimo de 6 cm.

Distribuição da remuneração	Valor real ¹	Valor presente ²	Juros ³	VAE ⁴	Valor unitário ⁵
Receita bruta total	64.472,25	46.069,77	18.402,48	4.908,83	75,00
Custo total de transporte	16.762,79	11.978,14	4.784,65	1.276,30	19,50
Custo total de colheita	15.866,27	11.302,16	4.564,10	1.204,27	18,46
Custo total de silvicultura	10.149,06	8.983,85	1.165,21	957,25	11,81
Custos total de impostos sobre a produção	3.372,86	2.410,13	962,72	256,81	3,92
Custos total de IRPF	3.128,68	2.238,62	890,06	238,53	3,64
Custo total de arrendamento	7.200,00	5.631,04	1.568,96	600,00	8,38
Custo total com juros ⁶	4.466,78	0,00	0,00	0,00	5,20
Resultado líquido	3.525,81	3.525,81	4.466,78	375,68	4,10

Notas: 1 – Soma dos valores do fluxo de caixa com preços constantes; 2 – Valor presente do valor real; 3 – Diferença entre o valor real e o valor presente; 4 – Valor Anual Equivalente do valor real; 5 – Valor real dividido pela produção total no ciclo; 6 – Juros sobre receita bruta total subtraídos os juros sobre custos totais.

**Figura 3.** Distribuição da receita bruta do sistema modal de produção de lenha em metrinho, com colheita semimecanizada, nos cenários de diâmetro mínimo de comercialização, no município de Rio Verde, Goiás.

O produtor florestal que se situa até 50 km de distância da cooperativa consumidora e consegue acessar o mercado da cooperativa, possui uma rentabilidade equivalente a 375,68 R\$/ha.ano, sendo esta a única remuneração obtida, uma vez que não foram consideradas remunerações ao produtor nos custos de produção, ou seja, este valor representa a remuneração do capital e do empreendedor. O preço mínimo para se remunerar todos os fatores de produção utilizados (VAE nulo) seria 68,57 R\$/st. Outro ponto a ser destacado é o impacto dos custos de colheita e de transporte da madeira, mesmo para uma distância considerada próxima, representando 61,92% do custo da madeira já entregue ao cliente situado a 50 km de distância.

A Figura 3 destaca a receita bruta obtida por hectare em cada cenário analisado (Receita), os custos efetivamente pagos pelo produtor no custeio da atividade (Custo desembolsável), os custos de oportunidade pela remuneração dos fatores de produção pertencentes ao produtor (terra e capital – Custo de oportunidade), e o resultado líquido obtido em valores presentes (VPL) em cada cenário. Alguns pontos importantes podem ser destacados nesta Figura: 1) A proporção da apropriação dos custos de colheita e de transporte sobre a receita bruta, que são os custos mais expressivos nos três cenários de diâmetro mínimo de comercialização; 2) Os custos de silvicultura e arrendamento da terra não variam de acordo com a exigência do diâmetro mínimo sobre a produção; 3) Ao se considerar os pressupostos da análise, o aumento do diâmetro mínimo provoca uma expressiva queda na receita bruta, a qual é acompanhada por alguns fatores de produção, minimizando o seu impacto na rentabilidade, mas, ainda assim, resultando em uma piora significativa ao ganho da atividade.

Os impactos das variações das distâncias de transporte e do preço de venda do produto, considerando a lenha com diâmetro mínimo de seis centímetros, podem ser observados na Figura 4.

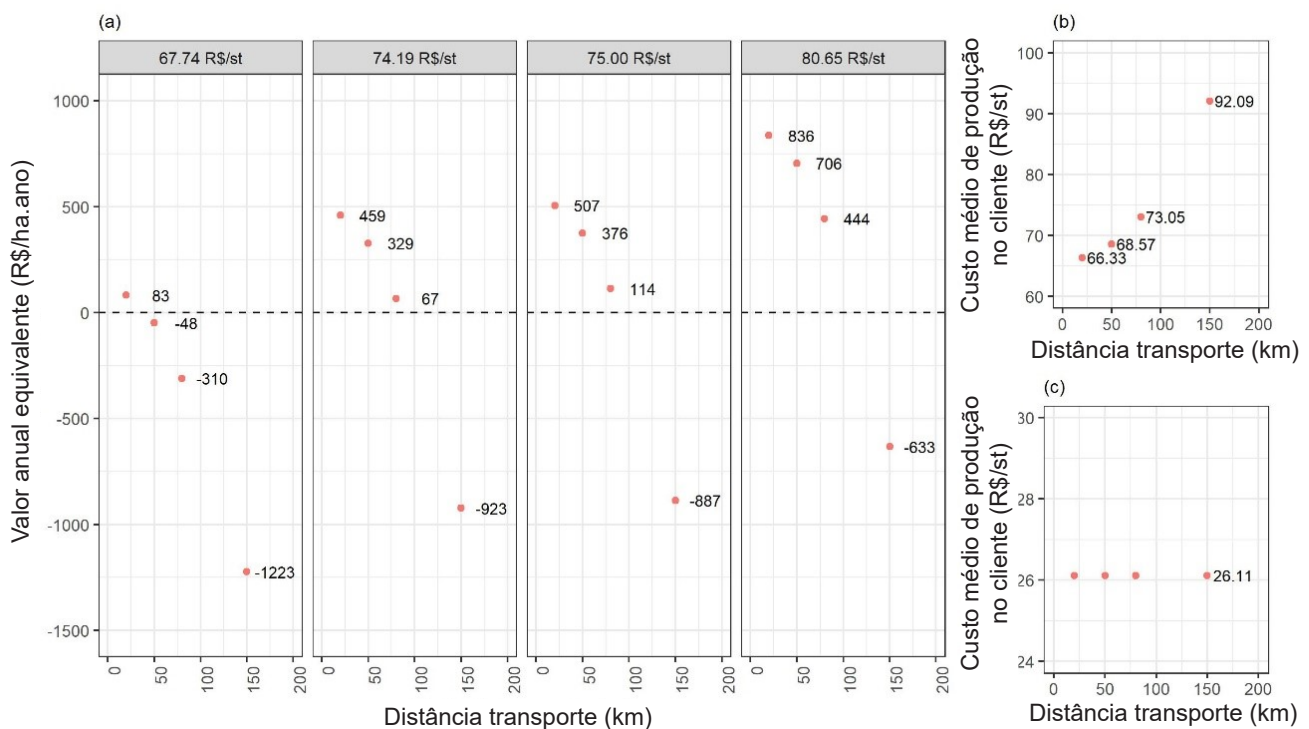


Figura 4. Impactos do preço e distância de transporte nas rentabilidades dos sistemas de produção de lenha em metrinho, com colheita semimecanizada e diâmetro mínimo de comercialização de 6 cm, no município de Rio Verde, Goiás.

A Figura 4(b) também evidencia o quanto a rentabilidade é afetada pelo aumento da distância até o consumidor, sendo importante a sua consideração no momento do planejamento do plantio florestal. Observa-se um crescimento expressivo do custo médio de produção quando consideradas distâncias superiores a 100 km. Em razão da capacidade utilizada do caminhão trucado e do método manual de carregamento e descarregamento, os produtores destacaram a não viabilidade de completar o ciclo de carga, transporte e descarga em um único dia, incorrendo em diárias e pernoites para os trabalhadores envolvidos, o que eleva de forma significativa o custo de transporte no modal utilizado para distâncias acima de 100 km ou 120 km.

A Figura 5(a) evidencia a perda anual equivalente de 206,92 R\$/ha ao ser atendida a solicitação de comercialização de madeira com 10 cm de diâmetro, ao preço de 75,00 R\$/st (VAE cai de R\$ 375,68 para R\$ 168,76). Já com preços de 67,74 R\$/st, a queda seria de R\$ -48,38 para R\$ -209,06. O custo médio de produção da madeira entregue no cliente passa de 68,57 R\$/st para 71,76 R\$/st, ao se aumentar o diâmetro mínimo de comercialização de seis para dez centímetros (Figura 5 (b)), bem como o custo médio de produção da madeira em pé passa de 26,11 R\$/st para 29,31 R\$/st (Figura 5 (c)).

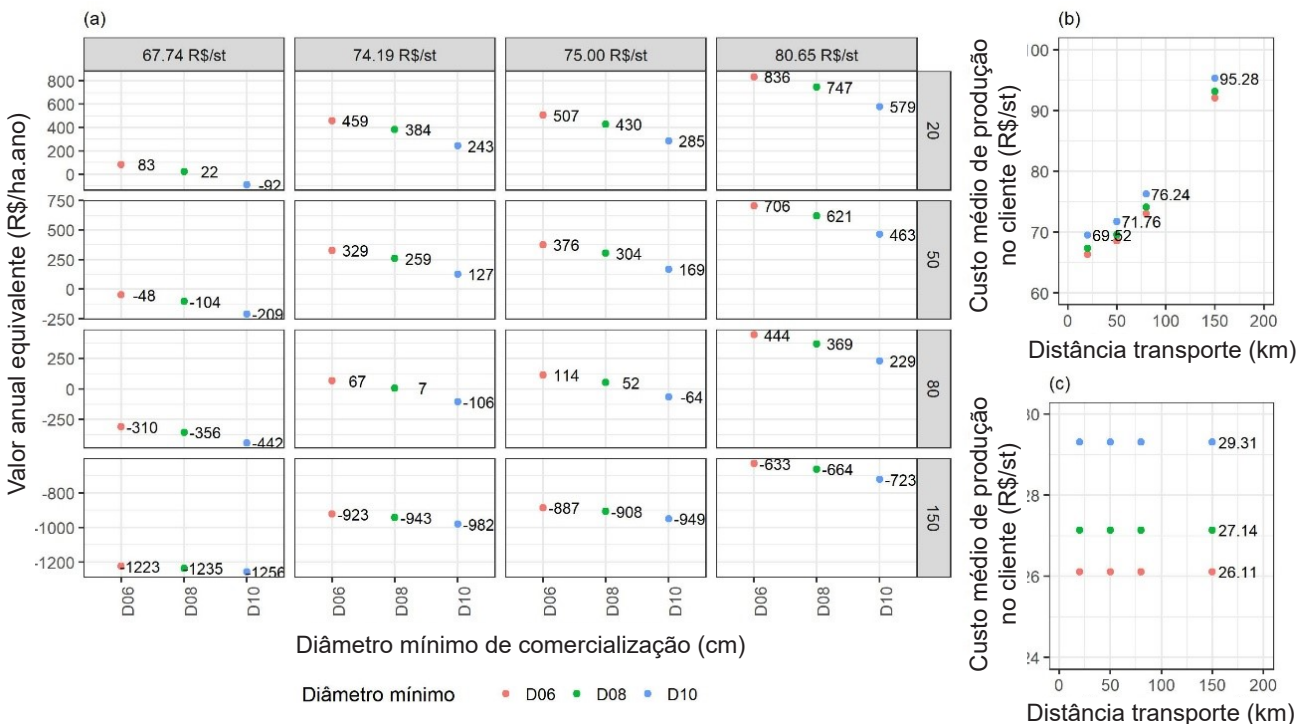


Figura 5. Impactos dos diferentes diâmetros mínimos de comercialização da lenha de metrinho na rentabilidade, nos cenários de preço e distância de transporte, no município de Rio Verde, Goiás.

As sensibilidades das rentabilidades da produção florestal para energia nos cenários avaliados em relação ao preço pago no cliente podem ser observadas na Figura 6.

Na lenha com o diâmetro mínimo de comercialização de 6 cm, nos cenários com transporte variando de 20 km a 80 km, para cada real pago a mais ou a menos pelo metrinho de lenha, a rentabilidade do produtor varia 58,47 R\$/ha.ano na mesma direção, sendo menos sensível às variações de preço a 150 km do mercado consumidor, variando 45,79 R\$/ha.ano. Tal análise corrobora um dito popular entre os silvicultores, de que “o melhor adubo para crescimento da área florestal plantada é o preço da madeira”. Este comportamento em relação ao preço do produto eleva o risco do retorno da atividade, mas potencializa grandes ganhos em momentos de escassez de oferta, para plantios com boa produtividade, bem planejados e localizados mais próximos ao mercado consumidor. Cabe ao produtor florestal conhecer melhor o comportamento da rentabilidade da produção florestal e considerá-lo no planejamento da sua produção, para melhorar o potencial de rentabilidade dos seus ganhos.

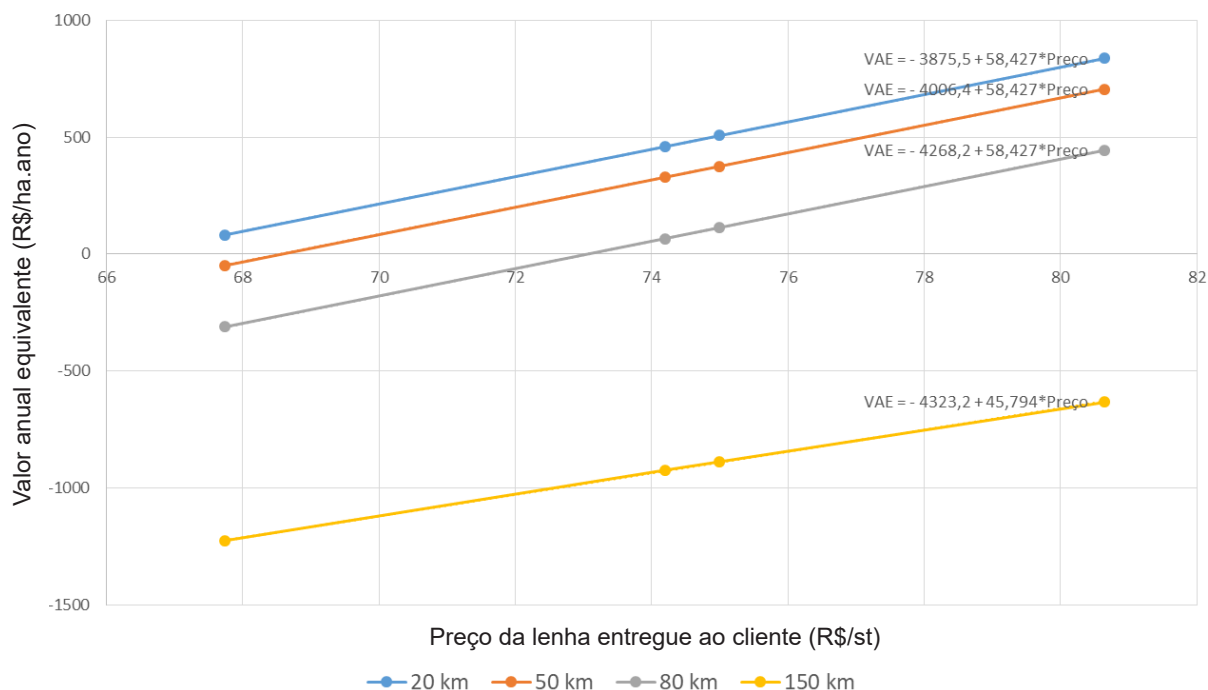


Figura 6. Sensibilidades das rentabilidades em relação ao preço pago no cliente no sistema de produção de lenha de metrinho, no município de Rio Verde, Goiás.

4.2 Modal com colheita mecanizada e picagem no campo (cavaco)

O fluxo de caixa do SMP com colheita mecanizada e picagem a campo, com venda de cavaco a 50 km de distância do cliente e preço de 41,82 R\$/m³ de cavaco, encontra-se na Tabela 8.

Percebe-se que o preço equivalente relatado para o modal de comercialização de cavaco foi inferior ao preço equivalente relatado para o modal de metrinho. Como forma de facilitar a comparação dos dois modais, a Tabela 9 apresenta o resultado da análise de viabilidade econômica com o preço equivalente nos dois modais, ou seja, o preço de um metro cúbico de cavaco é equivalente a um metro estéreo de lenha.

Tabela 8. Fluxo de caixa do sistema modal de produção (SMP) com colheita mecanizada da madeira de eucalipto e picagem a campo (cavaco), no município de Rio Verde, Goiás.

Ano	Custos (R\$/ha)							Total	Receitas R\$/ha
	Silviculturais	Terra	Colheita	Picagem	Transporte	Impostos	IRPF		
0	4.440,31							4.440,31	
1	803,00	600,00						1.403,00	
2	83,00	600,00						683,00	
3	83,00	600,00						683,00	
4	228,00	600,00						828,00	
5	83,00	600,00						683,00	
6	2.265,75	600,00	5.798,87	7.674,98	7.752,50	1.865,63	1.752,74	27.710,46	35.661,50
7	1.383,00	600,00						1983,00	
8	83,00	600,00						683,00	
9	83,00	600,00						683,00	
10	228,00	600,00						828,00	
11	83,00	600,00						683,00	
12	303,00	600,00	5.144,37	6.808,73	6.550,00	1.576,25	1.448,50	22.430,85	30.130,00

Tabela 9. Indicadores de viabilidade econômica do SPM com colheita mecanizada da madeira de eucalipto e picagem a campo (cavaco), no município de Rio Verde, Goiás.

Preço equivalente Indicador	Modal cavaco ¹		Modal metrinho ²	
	Com terra	Sem terra	Com terra	Sem terra
VPL (R\$/ha)	-693,35	4.937,70	-237,27	5.393,77
VAE (R\$/ha.ano)	-73,88	526,12	-25,28	574,72
VET (R\$/ha)		13.153,06		14.367,96
TIR (% ao ano)	2,80		3,60	
Relação B/C	0,9855		0,9950	
CMP _r (No cliente - R\$/m ³ de cavaco)	42,51		42,51	
CMP _r (Floresta em pé - R\$/m ³ de cavaco)	14,27		14,27	

Notas: 1) Preço de 41,82 R\$/m³ de cavaco. 2) Preço de 42,27 R\$/m³ de cavaco.

A receita total obtida da produção de cavaco não foi suficiente para remunerar todos os fatores de produção, ao preço relatado no momento da coleta dos dados (VAE de -73,88 R\$/ha.ano). O custo médio de produção do cavaco entregue no cliente, que seria o preço mínimo a ser pago para remunerar todos os fatores de produção utilizados pelo empreendimento (igualaria o VPL a zero), foi 42,51 R\$/m³ de cavaco. Este valor remuneraria todos os fatores de produção utilizados na atividade, exceto o empreendedor (uma vez que a remuneração do produtor não foi incluída no fluxo de caixa). O custo médio de produção em pé foi 14,27 R\$/m³ de cavaco, equivalente a 25,32 R\$/st.

O custo médio da madeira em pé foi menor para produção de cavaco do que para a produção de metrinho (26,11 R\$/st), devido ao cavaco aproveitar todo o volume da floresta, uma vez que todo o tronco da árvore é picado e convertido em cavaco, permitindo uma conversão total de madeira da floresta em cavaco. Na produção da lenha há uma perda de volume comercial devido ao diâmetro mínimo exigido para as toras, de forma que as ponteiros das árvores não são comercialmente aproveitadas. As distribuições das apropriações das receitas brutas nos quatro cenários de preços analisados podem ser observadas na Figura 7.

A Figura 7 evidencia o impacto do transporte, da colheita e do processamento do cavaco no custo de produção, uma vez que aproximadamente 57,00% do custo de colheita se refere à operação de picagem do cavaco. Outro ponto a destacar é que os custos com silvicultura e arrendamento da terra são os mesmos do modal de lenha de metrinho, variando a receita bruta, os custos de colheita e de processamento e os custos relativos aos impostos pagos e juros sobre o fluxo de caixa.

Os impactos das variações nas distâncias de transporte e nos cenários de preços considerados são destacados na Figura 8. Assim como na produção de lenha de metrinho, os impactos das distâncias de transportes nas rentabilidades das atividades são significativos. Entretanto, o mesmo ocorre de maneira menos intensa para maiores distâncias, devido à maior escala de transporte utilizada no cavaco. A receita bruta obtida não foi suficiente para remunerar todos os fatores de produção no cenário modal considerado (VAE de -73,88 R\$/ha.ano). Contudo, uma melhoria de R\$ 0,69 no preço do metro de cavaco entregue no cliente a 50 km já permitiria ao sistema de produção remunerar todos os fatores de produção utilizados na atividade (CMP de 42,51 R\$/m³ de cavaco no cliente). Considerada a distância de transporte de 150 km, a atividade não é viável nos cenários dos preços analisados.

As sensibilidades das rentabilidades do sistema de produção de cavaco, em relação ao preço do cavaco (Figura 9), quando considerados os fatores de conversão, são semelhantes àsquelas observadas para a lenha de metrinho (Figura 6).

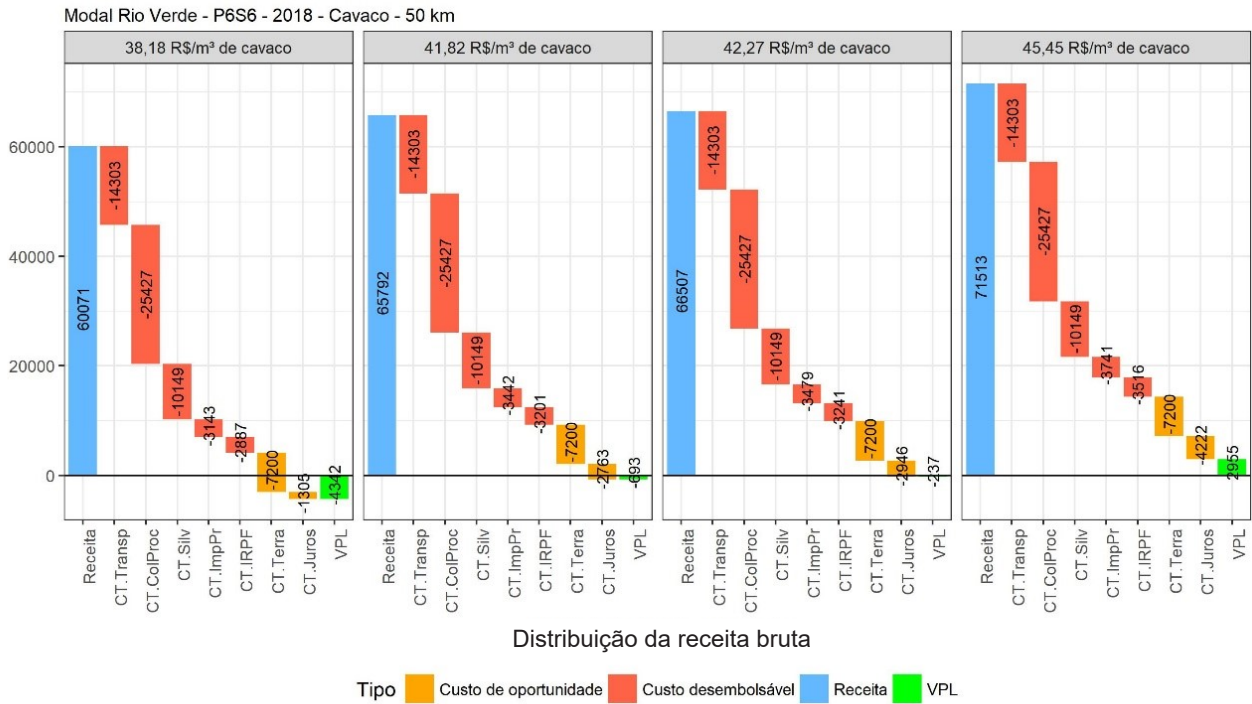


Figura 7. Apropriações das receitas brutas no modal de produção de madeira de eucalipto na forma de cavaco, com colheita mecanizada, nos quatro cenários de preços considerados, no município de Rio Verde, Goiás.

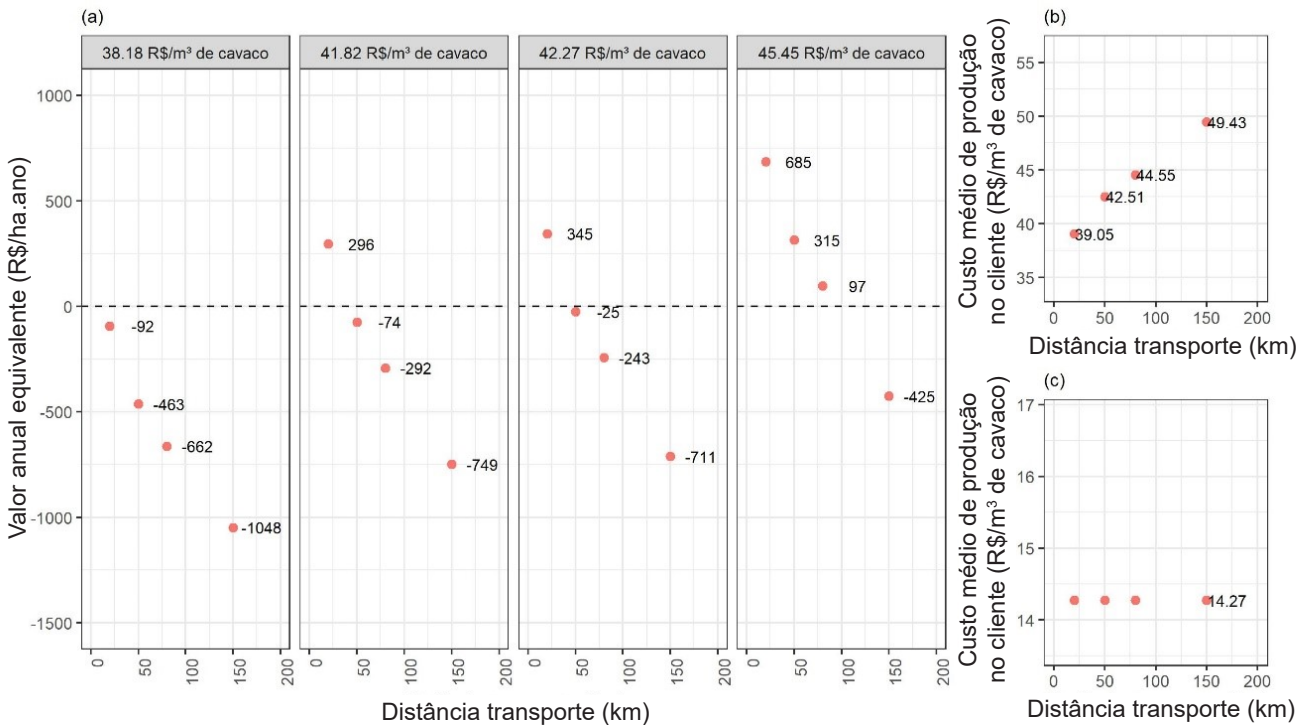


Figura 8. Impactos dos preços e das distâncias de transportes nas rentabilidades do sistema de produção de madeira de eucalipto, com colheita mecanizada e picagem no campo (cavaco), no município de Rio Verde, Goiás.

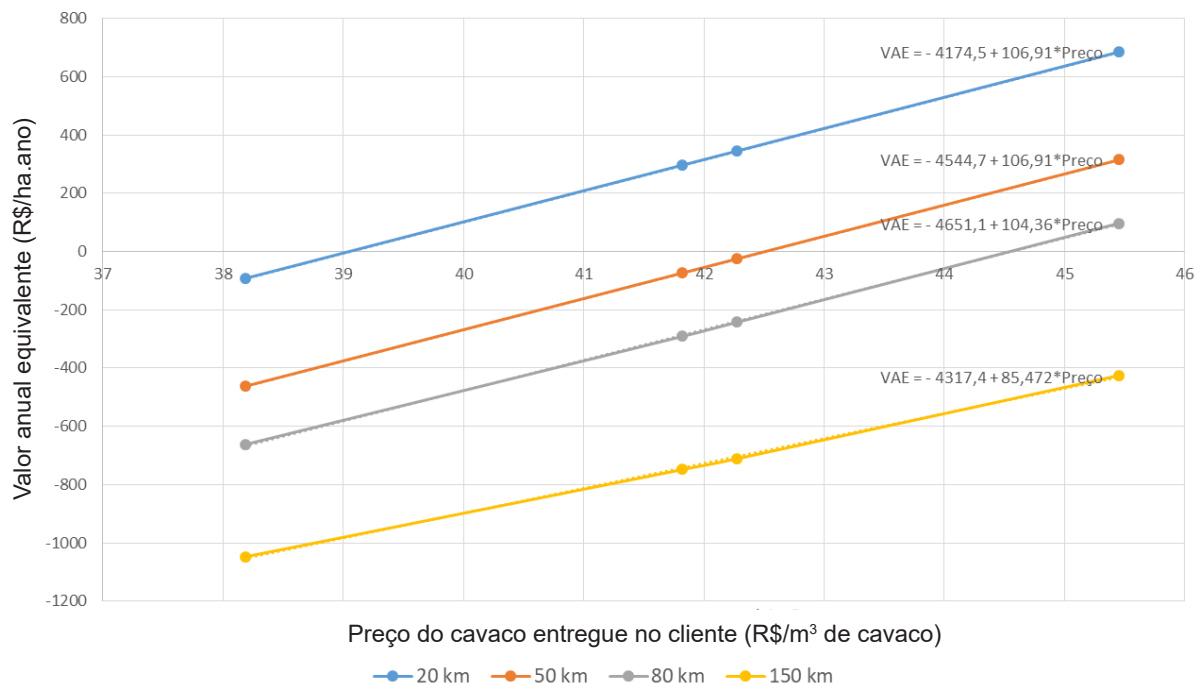


Figura 9. Sensibilidades das rentabilidades em relação ao preço pago no cliente, para o sistema de produção de cavaco, no município de Rio Verde, Goiás.

5 Discussão dos resultados

A rentabilidade do modal com colheita mecanizada e picagem no campo foi inferior ao modal com colheita semimecanizada, o que pode ser atribuído, principalmente, aos seguintes fatores:

1) O custo de colheita mecanizada por hectare ficou inferior ao custo de colheita semimecanizada (R\$ 10.943,24 versus R\$ 15.866,37), assim como o custo de transporte e de carga e descarga (R\$ 14.302,50 versus R\$ 16.762,79), mas o custo de picagem da madeira ultrapassou a economia obtida nas duas operações (R\$ 14.483,70), o que fez com que o custo de colheita, processamento e transporte do modal mecanizado totalizasse R\$ 39.729,44 e o do modal semimecanizado R\$ 32.629,05.

2) O preço pago pelo cavaco é, de forma geral, equivalente ao preço pago pela lenha, no SMP, o que não remunera a etapa adicional de processamento da biomassa quando transformada em cavaco, não recompensando monetariamente as vantagens que o mesmo insere ao processo quando comparado à lenha. Os produtores e os consumidores de biomassa relataram que o cavaco reduz de 15,00% a 30,00% o consumo de biomassa para gerar a mesma quantidade de energia, pela não necessidade de abertura das caldeiras no momento da sua alimentação. Além disso, permite a automação do processo de alimentação da caldeira, reduzindo a oscilação da quantidade de vapor produzida e um maior controle da geração de vapor na caldeira. Apenas esta redução no consumo permitiria ao consumidor pagar de 17,00% a 42,00% a mais pelo cavaco, para que o custo de aquisição de biomassa permanecesse inalterado. É fato que o custo da alimentação por cavaco envolve modificação em todo o processo de produção, aumentando o montante de capital utilizado, mas reduzindo o uso de mão de obra, bem como alterando as questões de qualidade no controle da geração de vapor, de modo que a análise da troca envolve fatores adicionais do que apenas o custo de aquisição da biomassa. Para que a remuneração ao produtor de cavaco fosse igual à remuneração do produtor de lenha no modal de produção considerado, o preço do cavaco deveria atingir um valor mínimo de 46,02 R\$/m³ de cavaco para o preço equivalente de 75,00 R\$/st para

a lenha, o que implicaria em um aumento de preço de 10,04%, sendo inferior à economia auferida pela redução do consumo de biomassa quando do uso do cavaco.

3) A colheita mecanizada executa a operação de baldeio, sendo do ponto de vista silvicultural mais recomendada por questões de compactação do solo. Além do mais, flexibiliza ao produtor uma maior janela de extração da madeira ao longo do ano, por conseguir trabalhar mesmo em momentos com solo úmido. Outra vantagem é conseguir carregar caminhões com maiores capacidades de carga, o que reduz o custo de transporte para distâncias maiores, como pode ser observado na Figura 8(b). A execução do baldeio na produção de lenha aumentaria o custo de produção em 7,00 R\$/st, não permitindo a remuneração de todos os fatores de produção utilizados na atividade, uma vez que a sua remuneração anual equivalente cairia para -82,47 R\$/ha ou, sendo necessário um preço de 82,84 R\$/st para manter a mesma rentabilidade com a execução da operação de baldeio no cenário modal. No entanto, a inserção desta operação poderia alterar o comportamento da curva de crescimento do custo médio de produção, em função da distância de frete, como consequência da possibilidade do uso de caminhões com maior escala para o transporte da lenha.

4) Em relação à sensibilidade da rentabilidade aos preços, os níveis de rentabilidade do cavaco são inferiores aos níveis de rentabilidade da lenha de metrinho, para uma mesma distância até os cenários de 80 km, sendo o contrário em cenários com distâncias de 150 km. Tal resultado enfatiza que o mercado atual na região não estava remunerando o valor agregado entregue pelo cavaco no momento da realização deste estudo, dado pelo custo de processamento da matéria-prima e pelo custo de realização do baldeio, quando comparado à lenha de metrinho, mesmo com o custo de colheita sendo menor. Esta tendência se inverte nas distâncias maiores de entrega, devido aos ganhos de escala obtidos pelo maior volume transportado pelo modal de produção de cavaco, associado aos ganhos de eficiência operacional na carga e descarga do produto.

6 Conclusões

Os sistemas de produção de eucalipto para energia são viáveis para a produção de lenha de metrinho no modal de produção e no cenário econômico e de comercialização considerado e não viáveis para a produção de cavaco.

A rentabilidade de ambos os sistemas de produção é muito sensível às variações de preço do produto no cliente, tornando-se rentáveis com pequenos aumentos de preço.

Como o cenário no momento do levantamento é de excesso de oferta e muitos produtores estão saindo da atividade, a rentabilidade da produção de eucalipto para energia tem potencial de apresentar melhoras em um futuro próximo, devido à sua elevada sensibilidade aos preços do produto. Contudo, um bom planejamento é fundamental para que o produtor possa obter plantios rentáveis e se manter na atividade mesmo em cenários de preços menos atrativos.

A distância até o cliente e, conseqüentemente, o custo de transporte, apresentam impactos significativos na rentabilidade e no custo médio de produção, em ambos os sistemas de produção modais analisados.

Modais de transporte com maior escala podem auxiliar na redução de custos e viabilização de entrega do produto aos clientes mais distantes, mas o sistema de colheita e de carregamento deve ser adequado ao uso de caminhões com maior capacidade de carga.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Goiás (Sebrae-GO) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pelo auxílio financeiro por meio da parceria estabelecida na execução dos projetos “Goiás Sustentabilidade Agroflorestal” (Sebrae-GO) e “Prospecção de demandas tecnológicas, análise de políticas públicas e avaliação econômica, social e ambiental da produção florestal de eucalipto em regiões de novas fronteiras no Brasil Central” (Embrapa). Às empresas que aceitaram receber a equipe de pesquisadores e compartilhar informações e, especialmente, aos especialistas convidados que participaram do painel de custos de produção em Rio Verde para a definição do modal de produção delineado. Agradecemos também à Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (Comigo) pela cessão da sala de reuniões para a execução do painel de especialistas.

Referências

- GOIÁS. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Goiás em dados 2017**. Goiânia, 2018. 111 p. Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/goias-em-dados/godados2017.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- GOIÁS. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Perfil e potencialidades dos municípios goianos**. Goiânia, 2012. 112 p. Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/estudos/2012/perfil-e-potencialidades-dos-municipios-goianos.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- GOIÁS. Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. **Perfil competitivo das regiões de planejamento do Estado de Goiás**. Goiânia, 2010. 109 p. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/anexos/2011-04/f40892f24f7def77a05e7bce682943ff.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- IBGE. **SIDRA**: produção da extração vegetal e da silvicultura. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2017>>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- 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**, v. 20, n. 3, p. 637-643, 2014. DOI: 10.1590/01047760201420041340.
- RECEITA FEDERAL. **Programa livro caixa da atividade rural 2018 (versão Java)**. 2018a. Disponível em: <https://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/pagamentos-e-parcelamentos/pagamento-do-imposto-de-renda-de-pessoa-fisica/livro-caixa-da-atividade-rural-1/copy_of_program-livro-caixa-da-atividade-rural-2017-versao-java/programa-livro-caixa-da-atividade-rural-2017-versao-java>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- RECEITA FEDERAL. **Programa IRPF 2018**. 2018b. Disponível em: <<http://idg.receita.fazenda.gov.br/interface/cidadao/irpf/2018/download/windows>>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- REIS, C. A. F.; MORAES, A. da C. de; PEREIRA, A. V.; AGUIAR, A. V. de; SOUSA, V. A. de; BORGES, H. M. D. **Diagnóstico do setor de florestas plantadas no Estado de Goiás**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 139 p.
- REIS, C. A. F.; TALONE NETO, A.; BRUNCKHORST, A.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; PEREIRA, A. V.; MORAES, A. C. **Cenário do setor de florestas plantadas no Estado de Goiás**. Goiânia: Sebrae-GO, 2017. 79 p.
- REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2001. 389 p.
- SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; ESPERANCINI, M. S. T. Produtividade e custos do feller-buncher e processador florestal em povoamento de eucalipto de primeiro corte. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 621-630, 2014. DOI: 10.1590/1980-509820142403010.

Embrapa

Florestas