

# Impacto do Custo de Transporte no Risco da Rentabilidade Florestal na Região de Itapeva-SP\*

## *Impact of Transportation Cost on Forest Risk and Profitability in the Region of Itapeva, São Paulo*

## *Impacto de Gastos de Envío en el Riesgo y Rentabilidad Forestal en Itapeva-SP*

José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira\*\*, Flavio José Simioni\*\*\* e Lorena Figueira de Santana\*\*\*\*

### RESUMO

A distância de transporte exerce impacto significativo no retorno econômico dos plantios florestais, especialmente quando são consideradas as incertezas associadas à atividade florestal e, neste trabalho, ao cultivo de eucalipto para produção de lenha. A análise de simulação pode ser adotada para avaliar tais incertezas, bem como o impacto na sua rentabilidade esperada. O objetivo deste estudo é avaliar o impacto da distância (custo) de transporte no risco e retorno econômico de um sistema de produção modal de eucalipto para lenha, utilizado por grandes produtores na região de Itapeva, São Paulo. O risco foi avaliado considerando o emprego do Método de Monte Carlo, utilizando o software @RISK, em três cenários de distância modal de transporte (20 km, 30 km e 40 km). Os resultados indicaram que o aumento da distância de transporte afeta negativamente a rentabilidade esperada da produção florestal, podendo, inclusive, alterar o seu risco pela modificação das curvas de densidade de probabilidade dos indicadores financeiros em diferentes cenários. Os valores modais dos indicadores obtidos na análise de risco diferiram dos seus valores calculados para o sistema de produção modal, ressaltando a importância da análise de risco como ferramenta de apoio à tomada de decisão.

*Palavras-chave:* Viabilidade econômica. Eucalipto. Simulação. Madeira para energia. Método de Monte Carlo.

\* Os autores agradecem à Embrapa Florestas, pelo financiamento da pesquisa, à Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho" (UNESP) – Campus de Itapeva, pelo apoio na cessão do espaço para realizar as reuniões e pela participação de seus professores, às empresas e produtores florestais da região, pela participação nas reuniões e contribuições para a coleta dos dados e validação do sistema de produção modal delineado.

\*\* Engenheiro Florestal, Doutor em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Atualmente é Pesquisador da Embrapa Florestas na área de Economia e Planejamento Florestal. E-mail: jose-mauro.moreira@embrapa.br

\*\*\* Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. Atualmente é Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: flavio.simioni@udesc.br

\*\*\*\* Engenheira Florestal, mestranda em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: lorenafigueira@outlook.com

Artigo recebido em março/2017 e aceito para publicação em abril/2017.

## ABSTRACT

*Transportation distance strongly impacts the economic return of forestry plantations, especially when their inherent uncertainties are considered. Simulation analysis can be used in the assessment of such uncertainties in planting eucalyptus for firewood production and its expected impact on profitability. This paper evaluates the impact of transportation distance (cost) on the economic return risk of a modal eucalyptus production system for firewood, as used by large-scale producers in Itapeva, São Paulo. The risk analysis employs the Monte Carlo Method and the @RISK software on three modal transportation distance scenarios (20, 30 and 40 km). The results show that an increase in transportation distance negatively affects the expected profitability of forestry and that it may even change its risk by changing probability density curves of financial indicators in the different scenarios. The financial indicator's modal values obtained in the risk analysis differed from values calculated for the modal production system, emphasis being placed on the importance of risk analysis as a decision making tool.*

*Keywords: Economic viability. Eucalyptus. Simulation. Fuelwood. Monte Carlo Method.*

## RESUMEN

*La distancia de transporte tiene un fuerte impacto en el rendimiento económico de las plantaciones forestales, especialmente cuando se consideran las incertidumbres asociadas a la actividad. El análisis de simulación puede ser adoptado para analizar estas incertidumbres a las que el cultivo de eucalipto para la producción de leña está sujeta, y el impacto en su rentabilidad esperada. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la distancia (costo) de transporte en el riesgo y rentabilidad económica de un sistema modal de producción de eucaliptos para leña, utilizada por los grandes productores de la región de Itapeva - SP. Se evaluó el riesgo considerando el uso del Método de Monte Carlo, utilizando el software @RISK en tres escenarios de distancia modal de transporte (20 km, 30 km y 40 km). Los resultados indicaron que el aumento de la distancia de transporte afecta negativamente la rentabilidad esperada de la producción forestal, e incluso puede cambiar su riesgo mediante la modificación de las curvas de densidad de probabilidad de los indicadores financieros en diferentes escenarios. Los valores modales de los indicadores obtenidos en el análisis de riesgo difieren de sus valores calculados para el sistema modal de producción, destacando la importancia del análisis de riesgos como herramienta de ayuda a la decisión.*

*Palabras clave: Viabilidad económica. Eucalipto. Simulación. Madera para producir energía. Método de Monte Carlo.*

## INTRODUÇÃO

A lenha, forma mais rudimentar do uso da madeira como fonte de energia, tem sido utilizada pela humanidade desde o seu início até os dias atuais, contribuindo para o seu desenvolvimento, sendo ainda amplamente empregada como fonte de energia e calor, principalmente em países em desenvolvimento (BRITO, 2007; BUANAIN; BATALHA, 2007).

O gênero mais plantado para finalidades energéticas no Brasil é o *Eucalyptus*, representando 85% da produção de lenha de silvicultura em 2015, que atingiu 54,97 milhões de metros cúbicos (67% da produção de lenha nacional) segundo a Pesquisa de Extração Vegetal e Silvicultura, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

A análise da viabilidade econômica é fundamental para a aplicação racional dos recursos disponíveis em qualquer empreendimento. No caso de plantios florestais, que apresentam investimentos elevados na implantação e receitas obtidas ao final da rotação, esta análise torna-se mais robusta quando são considerados fatores de risco que possam influenciar o resultado final da atividade.

Alguns estudos demonstram o nível de risco da atividade florestal. Como exemplo, Castro et al. (2007), ao analisarem a viabilidade econômica da produção de carvão vegetal em Minas Gerais a partir de plantios de eucalipto, sob condições de risco de preço do carvão, produtividade florestal, custo de implantação, custo de carvoejamento e transporte, chegaram à conclusão de que o sistema era viável economicamente e havia 12% de probabilidade de se obterem valores não viáveis.

Restrepo e Orrego (2015) concluíram que a atividade de plantio de teca na Colômbia era viável e com risco praticamente inexistente com preços de terra abaixo de US\$ 2.000,00 por hectare. Neste mesmo sentido, Cordeiro e Silva (2010) estimaram uma probabilidade de apenas 5% de retorno negativo em plantios de palmito de pupunha e que as variáveis de maior importância para o risco da atividade foram o preço de venda do palmito, a produtividade e a taxa mínima de atratividade do capital utilizado no projeto.

Em um cenário macroeconômico de constantes mudanças e alterações nos mercados, a avaliação da viabilidade econômica dos sistemas de produção comumente empregados pelo setor produtivo é fundamental para subsidiar a tomada de decisão de agentes públicos e privados, para a geração de conhecimento e a formulação e/ou avaliação de políticas públicas e setoriais. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar o retorno econômico do sistema de produção modal de eucalipto para lenha na região de Itapeva, Estado de São Paulo, praticado pelos grandes produtores, analisando o impacto que a distância modal de transporte teria na sua rentabilidade e risco.

## 1 METODOLOGIA

### 1.1 REGIÃO DE ESTUDO

O município de Itapeva localiza-se na região Sul do Estado de São Paulo, possuindo mais de 93 mil habitantes em uma área de aproximadamente 1.800 km<sup>2</sup>. A sua economia se baseia sobretudo no setor de serviços (48,8% da composição do Valor Adicionado Bruto - VAB), agropecuária (22,0% do VAB), serviços públicos e seguridade social (17,3% do VAB) e indústria (11,9% do VAB), com um PIB *per capita* anual de R\$ 21,6 mil (IBGE, 2017).

O município possui uma altitude de 700 metros acima do nível do mar e seu clima é classificado como tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno (classificação climática de Koeppen Cwa). As temperaturas médias anuais variam de 14°C a 26°C, com uma pluviosidade anual média de 1.300 mm (CEPAGRI, 2015).

### 1.2 COLETA DE DADOS

O sistema de produção modal foi delineado combinando as técnicas de entrevistas a empresas, para construir uma proposta de sistema modal de produção, com painel de especialistas, para ajustes e validação do sistema elaborado e para o levantamento das variáveis a serem utilizadas na análise de risco e suas respectivas distribuições de probabilidade de ocorrência. O modal delineado refere-se ao sistema de produção mais comum praticado pelos grandes produtores da região (áreas de plantio superiores a 5.000 hectares), que respondem por cerca de 70% da área plantada de eucalipto para lenha. As entrevistas e o painel ocorreram no primeiro semestre de 2015 e os dados foram atualizados em 2016, com a participação de duas grandes empresas da região.

### 1.3 MODAL DE PRODUÇÃO ESTABELECIDO

O sistema modal de produção utilizou mudas clonais de *Eucalyptus saligna* Sm., com espaçamento 3m x 2m, em ciclos de duas rotações, com idade de corte aos sete anos, totalizando 14 anos de projeto. A produtividade modal é de 600 estéreos de madeira por hectare no primeiro corte (428,57 m<sup>3</sup>/ha), com queda de 20% no segundo corte (480 st/ha = 342,86 m<sup>3</sup>/ha). Tais produtividades resultam em um incremento médio anual (IMA) de 61,22 m<sup>3</sup>/ha.ano na primeira rotação e 48,98 m<sup>3</sup>/ha.ano na segunda rotação, sendo bem acima da média nacional, cerca de 37 m<sup>3</sup>/ha.ano (IBA, 2016).

O sistema é de alta tecnologia no uso de insumos, mas possui colheita semimecanizada, resultando em custos de colheita mais elevados quando comparados com outros sistemas de produção semelhantes em áreas mecanizáveis.

A primeira rotação consiste na dessecação da área, combate a formigas, seguido de calagem e plantio, com abertura de covas por meio de motocoveador. A taxa de replantio é de 5%, sendo realizada de 20 a 30 dias após o plantio.

São realizadas três adubações, controle de matocompetição e combate a formigas no ano de implantação. Após o primeiro ano da cultura, é feito, a cada dois anos, apenas o combate de formigas localizado e, na idade de corte, realiza-se uma roçada na área para facilitar as operações de corte. Um combate à formiga antes do corte também é feito visando à proteção das brotações que constituirão a segunda rotação.

Após a colheita da primeira rotação se inicia a segunda rotação, sendo realizados a dessecação pós-colheita e o combate sistemático à formiga. O sistema utiliza adubação de cobertura três meses após a rebrota, controle de matocompetição aos seis meses e a seleção de broto ocorre nove meses após a brotação, sendo deixados de dois a três fustes por toco. A partir daí é realizado apenas controle de formigas a cada dois anos. O sistema de colheita usa corte semimecanizado (motosserra) e baldeio feito por trator autocarregável, sendo 30 km a distância modal de transporte da madeira ao local de consumo.

O custo anual de arrendamento foi de R\$ 1.350,00 por alqueire, representando R\$ 562,50 por hectare, e os custos de administração de R\$ 65,00 por hectare. Os custos de colheita e transporte podem ser observados na tabela 1.

TABELA 1 - CUSTO MODAL DE COLHEITA PARA A PRIMEIRA E SEGUNDA ROTAÇÕES

ITEM DO CONJUNTO	CUSTO (R\$/ST)
Corte c/ motosserra (1 operador e 1 ajudante)	8,00
Baldeio/Extração (trator 4x4, 145cv - carreta)	8,00
Carregamento (carregador florestal, 115cv)	2,50
Frete (30 km)	10,00

FONTE: Pesquisa de campo

O preço considerado na análise foi o preço pago pela madeira entregue no cliente (a 30 km), mais comumente praticado na região em momentos de mercado mais estável (R\$ 55,00/st). Contudo, nos últimos anos, segundo relatos dos especialistas, o preço na região tem variado significativamente entre R\$ 40,00/st e R\$ 70,00/st entregue no cliente. O mercado regional atravessou um momento de excesso de oferta de madeira no momento do levantamento de dados, sendo relatados preços entre R\$ 40,00/st e R\$ 45,00/st. De modo que esta não é a condição normal do mercado, optou-se por utilizar o preço médio histórico da região.

#### 1.4 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Neste trabalho, foram selecionados quatro indicadores que permitam comparar projetos com diferentes horizontes de duração: o Valor Anual Equivalente (VAE), a Taxa Interna de Retorno (TIR), a Relação Benefício/Custo (B/C) e o Custo Médio Ponderado de Produção (CMPP) (KLEMPERER, 1996).

O VAE permite uma comparação entre projetos com horizontes de tempo diferentes, convertendo o resultado líquido do projeto em um valor anual equivalente.

A TIR é um indicador amplamente utilizado e serve para verificar qual taxa de juros iguala o resultado líquido a zero, sendo que projetos com maiores TIRs resultam em uma remuneração maior do capital aplicado.

A relação BC também é muito empregada e determina qual o montante de capital, a valor presente, retorna para cada unidade monetária investida no projeto, também a valor presente.

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. Também se optou por utilizar na análise o CMPP da madeira entregue no cliente, que considera os custos de colheita e transporte, e o CMPP da madeira em pé, para obter uma proporção dos custos de colheita e transporte na atividade.

De maneira complementar, foi utilizado como indicador o valor máximo que o consumidor poderia pagar pela madeira em pé (no produtor), calculado pela subtração dos custos de colheita e transporte do preço pago pelo cliente final.

A taxa mínima de atratividade (TMA) real utilizada foi de 4,3% ao ano, sendo construído o fluxo de caixa a preços constantes. Este valor foi baseado após descontar da taxa SELIC (14,25% ao ano) a inflação medida pelo IPCA (9,53% ao ano) (BCB, 2017).

## 1.5 ANÁLISE DE RISCO

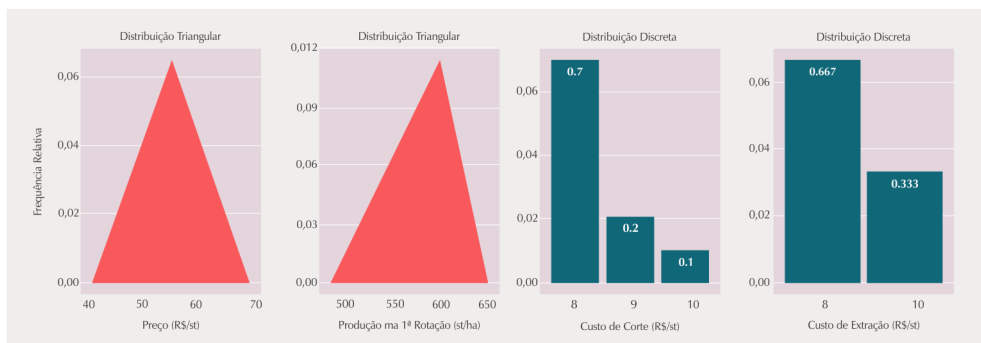
As condições de investimento têm elevado impacto na viabilidade de projetos, principalmente em relação às incertezas das variáveis relacionadas. Logo, a análise destas incertezas permite a hierarquização da influência das variáveis no processo produtivo.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2007), a simulação é uma das técnicas usadas para se lidar com as incertezas em análise de projetos, permitindo obter resultados com oscilação simultânea de mais de uma variável, consistindo em uma ferramenta poderosa e bastante empregada por tomadores de decisão (WINSTON, 2004). O método de amostragem de Monte Carlo é um dos métodos de simulação mais utilizados, transformando as incertezas em risco, ou seja, a probabilidade de obter prejuízo financeiro (GITMAN, 2010).

Em consulta a especialistas, as variáveis que tiveram maior influência na rentabilidade de plantios de eucalipto para lenha na região foram: o preço da madeira (entregue no cliente), a produtividade esperada e os custos de corte e baldeio (colheita). As funções de densidade de probabilidade utilizadas foram estabelecidas junto com os especialistas do painel, sendo definidos os formatos das distribuições e seus parâmetros (figura 1).

Outra relação conhecida no setor florestal é a correlação positiva significativa entre o volume individual das árvores e os custos das operações de corte e extração florestal para uma mesma idade de corte, espaçamento e condições de relevo, devido aos melhores rendimentos obtidos (SIMÕES et al., 2014). Os especialistas consultados relataram uma alta correlação negativa entre a produtividade e os custos de extração (coeficiente de correção = -0,9), uma média correlação negativa entre a produtividade e os custos de corte (-0,7) e uma baixa correlação positiva entre os custos de corte e extração (0,5). Portanto, estas correlações foram inseridas no modelo.

FIGURA 1 - FUNÇÕES DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE UTILIZADAS PARA ANÁLISE DE RISCO



FONTE: Pesquisa de campo

O modelo foi desenvolvido em uma planilha Microsoft Excel e simulado com o software @RISK. Inicialmente realizou-se o teste de convergência para as três variáveis de saída com tolerância de 1% e nível de significância de 99% no quartil 75. A convergência foi obtida após 39.000 interações. Para obter maior segurança nos resultados foram executadas 200.000 simulações. Os gráficos foram elaborados utilizando o pacote ggplot2 do software R (WICKHAM, 2009).

## 1.6 IMPACTO DA DISTÂNCIA (CUSTO) DE TRANSPORTE

No intuito de observar o impacto do custo de transporte na rentabilidade do empreendimento, foram analisados dois cenários alternativos ao modal. Um deles com uma distância de transporte de 20 km (R\$ 7,00/st) e outro com 40 km (R\$ 13,00/st). As simulações da análise de risco foram executadas com a função RISKSIMTABLE do @RISK, que permitiu utilizar exatamente os mesmos valores de entrada das variáveis de risco em cada simulação.

## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1 ANÁLISE DETERMINÍSTICA

O fluxo de caixa do modal determinístico pode ser observado na tabela 2, e os indicadores de rentabilidade determinísticos para todos os cenários de distância de transporte na tabela 3.

TABELA 2 - FLUXO DE CAIXA DO SISTEMA MODAL DE PRODUÇÃO DE EUCALIPTO COM FRETE DE 30 KM

continua

PRIMEIRA ROTAÇÃO	DISCRIMINAÇÃO	ANO							
		0	1	2	3	4	5	6	7
	Receitas (R\$/ha)								33.000,00
	Custos silviculturais (R\$/ha)	4.292,64		26,05		26,05		26,05	365,04
	Custo arrendamento (R\$/ha)		562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50
	Custos gerais (R\$/ha)		65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	78,00	65,00
	Custo colheita e transp. (R\$/ha)								17.100,00
	Custo total (R\$/ha)	4.292,64	627,50	653,55	627,50	653,55	627,50	666,55	18.092,54

conclusão

DISCRIMINAÇÃO	ANO							
	7	8	9	10	11	12	13	14
Receitas (R\$/ha)								22.000,00
Custos silviculturais (R\$/ha)	891,15	543,55		26,05		26,05		365,04
Custo arrendamento (R\$/ha)		562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50	562,50
Custos gerais (R\$/ha)		65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	78,00	65,00
Custo colheita e transp. (R\$/ha)								13.680,00
Custo total (R\$/ha)	891,15	1.171,05	627,50	653,55	627,50	653,55	640,50	14.672,54

FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 3 - INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA DETERMINÍSTICA

INDICADOR	FRETE 20 KM	FRETE 30 KM	FRETE 40 KM
VAE (R\$/ha)	830,51	623,95	417,40
TIR (% ao ano)	15,01	12,85	10,43
Relação B/C	1,28	1,20	1,12
CMPP cliente (R\$/st)	42,94	45,94	48,94
CMPP em pé (R\$/st)	17,44	17,44	17,44
Custo Colheita e Transporte (R\$/st)	25,50	28,50	31,50
Valor em pé (R\$/st)	29,50	26,50	23,50
Saldo unitário (R\$/st)	12,06	9,06	6,06

FONTE: Pesquisa de campo

A atividade florestal foi considerada viável ( $VAE \geq 0$ ) na região em todos os três cenários analisados. Vale salientar que o preço considerado na análise foi o preço modal, e que as terras utilizadas possibilitavam um bom rendimento de colheita (baixo custo de colheita semimecanizada), mas apresentavam um valor elevado de arrendamento. Caso o preço identificado na região no momento da pesquisa fosse utilizado (R\$ 45,00/st), apenas os cenários modal e de menor distância seriam considerados viáveis ( $CMP \leq Preço$ ), ficando o terceiro cenário (distância de 40 km) incapaz de remunerar todos os fatores de produção utilizados na atividade ( $VAE \leq 0$ ).

É possível observar na tabela 3 que, quanto maior a distância de transporte, menor o resultado econômico do sistema de produção. O custo médio ponderado de produção da madeira em pé não se altera em nenhum dos cenários, mas todos os outros indicadores são impactados pelo aumento do custo de transporte. Ao se aumentar a distância de transporte em 20 km (dobrando a distância e quase dobrando o custo unitário de transporte), aumenta-se o custo de colheita e transporte em 23%. Este aumento causa uma redução de 57% no valor do ganho obtido na relação Benefício/Custo, reduz o valor do VAE em quase 50% e o valor da remuneração média do capital (TIR) acima da taxa mínima de atratividade em 42%. O valor líquido (saldo) recebido pelo produtor por cada metro estéreo de madeira produzido reduz em quase 50%. Por se tratar de um valor fixo unitário, alterações no custo médio de colheita de mesma magnitude absoluta teriam o mesmo impacto que a alteração no custo de transporte.

O cenário com distância de transporte de 20 km possui custos de colheita e transporte de R\$ 15.300,00/ha na primeira rotação (ano 7) e R\$ 12.240,00/ha na



segunda rotação (ano 14). Já o cenário com distância de transporte de 40 km possui custos de colheita e transporte de R\$ 18.900,00/ha e R\$ 15.120,00/ha na primeira e segunda rotação, respectivamente.

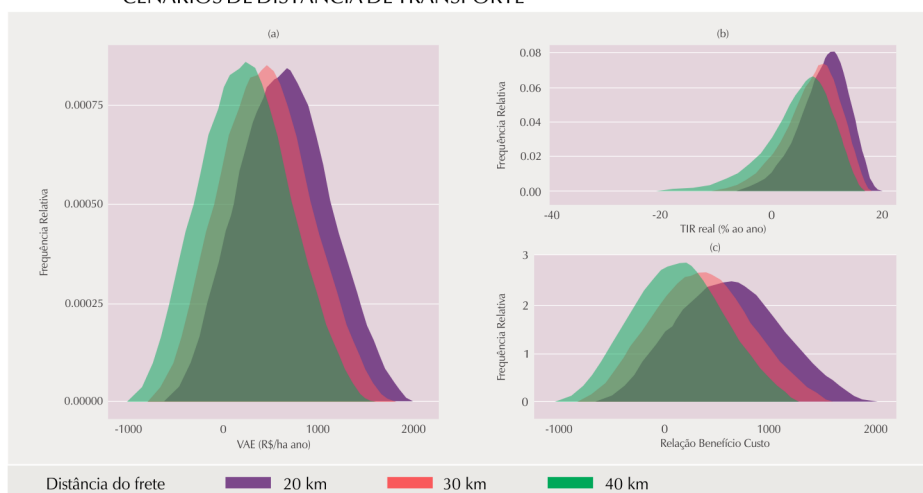
A região possui solos produtivos, mas relevo acidentado, o que dificulta a mecanização da colheita. As operações semimecanizadas têm seu rendimento muito comprometido com o aumento da declividade da área. Em 2015, profissionais atuantes no setor da região relataram um custo de extração de R\$ 16,00/st, devido à colheita estar ocorrendo em áreas mais declivosas. Mesmo com o custo reduzido no ano da pesquisa, ainda assim ele supera o custo de colheita mecanizada observado em regiões planas de Minas Gerais, onde grandes empresas relataram custos de colheita e transporte na ordem de R\$ 32,00 a R\$ 38,00 por metro cúbico, o que equivale a R\$ 22,86 a R\$ 27,14 por metro estéreo, inferior aos R\$ 28,50 relatados em Itapeva.

## 2.2 ANÁLISE DE RISCO

As densidades de probabilidade dos indicadores financeiros do VAE, TIR e relação B/C para os três cenários de distâncias de transporte podem ser observados na figura 2. Os indicadores CMPP no cliente e em pé, proporção do custo de colheita e transporte no CMPP no cliente, e o valor máximo que poderia ser pago pela madeira em pé podem ser verificados na figura 3.

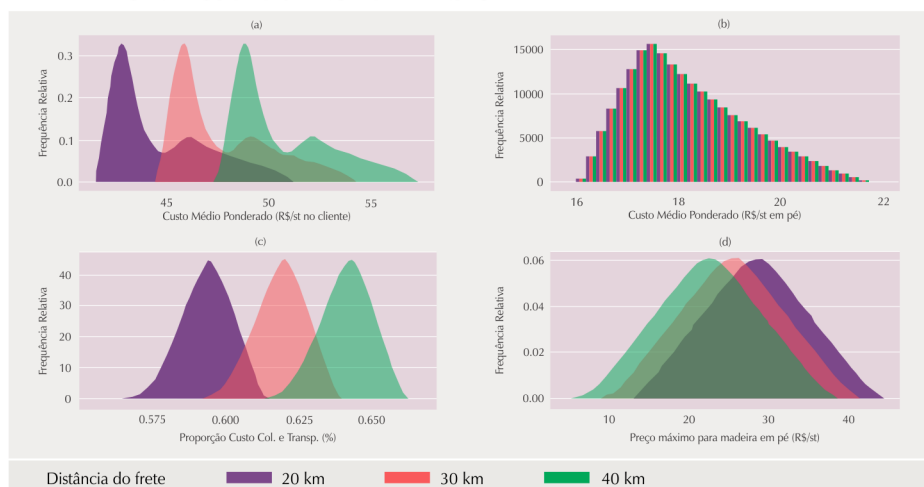
Ao se comparar as tabelas 3 e 4 e a figura 2(a) percebe-se que o valor modal do VAE e da relação B/C sob risco é inferior aos valores determinísticos calculados para o modal de produção. Provavelmente isto se deve ao fato de os custos modais de corte e extração serem iguais aos seus valores mínimos, à correlação entre os custos de colheita e à produtividade esperada, e à assimetria da distribuição triangular utilizada para representar a variação de produtividade.

FIGURA 2 - DENSIDADES DE PROBABILIDADE PARA OS INDICADORES VAE, TIR E B/C NOS TRÊS CENÁRIOS DE DISTÂNCIA DE TRANSPORTE



FONTE: Pesquisa de campo

FIGURA 3 - DENSIDADES DE PROBABILIDADE PARA OS INDICADORES CMPP, PROPORÇÃO DO CUSTO DE COLHEITA E TRANSPORTE E VALOR MÁXIMO DA MADEIRA EM PÉ NOS TRÊS CENÁRIOS DE DISTÂNCIA DE TRANSPORTE



FONTE: Pesquisa de campo

TABELA 4 - ESTATÍSTICAS DOS INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA NOS DIFERENTES CENÁRIOS DE DISTÂNCIA DE TRANSPORTE

	RESULTADOS	VAE	TIR	BC	CMPP_Ci	CMPP_Pe	CTColTrp	PCCT	V_Pe
20 km (R\$ 7/st)	Média	685,33	12,88	1,232	44,78	18,21	26,57	59,34	28,43
	Mediana	679,28	13,45	1,230	43,85	18,01	25,50	59,38	28,45
	Moda	673,56	15,01	1,228	42,92	17,44	25,50	59,39	28,86
	Desvio Padrão	448,92	5,12	0,151	2,37	1,16	1,32	0,88	6,27
	Máximo	2.078,99	24,69	1,672	51,29	21,79	29,50	62,47	44,45
	Mínimo	-577,92	-10,83	0,801	41,60	16,10	25,50	55,57	10,74
	Assimetria	0,09	-0,58	0,06	0,77	0,61	0,86	-0,22	-0,00
	Curtose	2,55	3,23	2,53	2,46	2,70	2,41	2,75	2,45
	% Viabilidade	93,72	93,73	93,72	100,00				
30 km (R\$ 10/st)	Média	486,81	10,44	1,154	47,78	18,21	29,57	61,90	25,43
	Mediana	480,98	11,21	1,153	46,85	18,01	28,50	61,94	25,45
	Moda	475,25	12,78	1,155	45,92	17,44	28,50	62,11	25,86
	Desvio Padrão	444,01	5,83	0,140	2,37	1,16	1,32	0,88	6,27
	Máximo	1.856,06	23,26	1,559	54,29	21,79	32,50	64,71	41,45
	Mínimo	-751,80	-20,49	0,756	44,60	16,10	28,50	58,29	7,74
	Assimetria	0,09	-0,72	0,06	0,77	0,61	0,86	-0,24	-0,00
	Curtose	2,54	3,59	2,52	2,46	2,70	2,41	2,71	2,45
	% Viabilidade	85,34	85,36	85,34	100,00				
40 km (R\$ 13/st)	Média	288,29	7,58	1,085	50,78	18,21	32,57	64,15	22,43
	Mediana	282,80	8,66	1,084	49,85	18,01	31,50	64,20	22,45
	Moda	288,38	10,75	1,089	48,92	17,44	31,50	64,37	22,86
	Desvio Padrão	439,38	6,93	0,131	2,37	1,16	1,32	0,88	6,27
	Máximo	1.633,13	21,72	1,461	57,29	21,79	35,50	66,73	38,45
	Mínimo	-925,68	-40,89	0,716	47,60	16,10	31,50	60,70	4,74
	Assimetria	0,09	-0,98	0,06	0,77	0,61	0,86	-0,26	-0,00
	Curtose	2,53	4,56	2,52	2,46	2,70	2,41	2,70	2,45
	% Viabilidade	72,87	72,89	72,87	92,92				

FONTE: Pesquisa de campo

NOTA: VAE - valor anual equivalente, TIR - taxa interna de retorno, BC - relação benefício/custo, CMPP\_Ci - custo médio ponderado de produção da madeira no cliente, CMPP\_Pe - custo médio ponderado de produção da madeira em pé, CTColTrp - custo de colheita e transporte, PCCT - proporção do custo de colheita e transporte no CMPP\_Ci, V\_Pe - valor máximo a ser pago pela madeira em pé.

A diferença entre os valores modais dos indicadores calculados na análise determinística e sob risco enfatiza a importância de se considerar os fatores de risco na avaliação, uma vez que o cálculo determinístico pode levar a conclusões equivocadas dependendo das distribuições de probabilidade das variáveis de risco.

A figura 2(a) enfatiza o deslocamento da distribuição de probabilidade do VAE para a esquerda à medida que se aumenta a distância (custo) de transporte, com quase nenhuma alteração no seu formato. A diferença entre os valores modais das distribuições com transporte a 20 km ou 40 km chega a 56%.

A probabilidade de viabilidade do empreendimento cai de 93,72% com frete a 20 km para 72,87% com frete a 40 km (ver tabela 4). Mesmo sendo um valor muito positivo, representa um aumento de mais de três vezes na probabilidade de não viabilidade do empreendimento.

O deslocamento da distribuição para a esquerda também ocorreu na TIR (figura 2(b)), com uma alteração adicional que a base da distribuição também aumentou com o aumento da distância de transporte, implicando um aumento da variabilidade (risco) do valor esperado do indicador.

Já na relação benefício/custo (figura 2(c)) também ocorreu o deslocamento da distribuição de probabilidade para a esquerda (com piora do indicador), mas a variação na expectativa de retorno do indicador (risco) aumentou com a redução da distância de transporte.

A figura 3(b) evidencia que o custo médio ponderado de produção da madeira em pé não sofre variação com alterações no custo de transporte. Entretanto, o mesmo deve ser levado em conta pelo produtor florestal uma vez que a distribuição do valor máximo que o comprador estaria disposto a pagar pela madeira em pé se desloca para a esquerda (diminui) à medida que a distância (custo) de transporte aumenta.

A distribuição da proporção do custo de colheita e transporte no custo médio ponderado de produção da madeira no cliente se desloca para a direita (aumenta) com o aumento da distância (figura 3(c)), bem como a própria distribuição do custo médio ponderado de produção da madeira no cliente (figura 3(a)). Um detalhe que chama atenção nas distribuições dos indicadores avaliados na figura 3 é que o formato da distribuição dos mesmos não se altera à medida que se altera o custo unitário de transporte, sendo realizado apenas o deslocamento da distribuição de probabilidade como um todo para os indicadores que envolvem o custo de colheita e transporte no seu cálculo. Este fato se confirma ao se observar o valor das estatísticas na tabela 4 para estes indicadores de viabilidade econômica.

Outro aspecto a se destacar é como a magnitude da variação de preço no cliente impacta em proporções muito maiores o valor máximo que o comprador estaria disposto a pagar pela madeira em pé. Uma variação de R\$ 30,00 entre os preços máximo e mínimo no cliente refletiu em uma variação de R\$ 33,71 a ser pago pela madeira em pé no produtor florestal.

Contudo, em termos proporcionais, o mínimo do preço no cliente representa 57% do valor máximo, enquanto o mínimo do valor em pé representa 24%, 18% e 12%

nos cenários com distância de transporte com 20 km, 30 km e 40 km, respectivamente. Isto evidencia a importância do conhecimento, por parte do produtor, dos custos de colheita e transporte aos quais estará sujeito, mesmo que sua intenção seja comercializar a madeira em pé.

## CONCLUSÕES

O impacto do custo de transporte afeta de maneira significativa o resultado econômico da atividade de florestas plantadas para energia na região de Itapeva-SP, sendo o retorno econômico menor à medida que aumenta o custo de transporte, *ceteris paribus*.

Ao se realizar a análise de viabilidade econômica do sistema de produção modal, não necessariamente o valor obtido é semelhante ao valor modal da distribuição de probabilidade do indicador em condições de risco, tornando a sua realização ainda mais importante para subsidiar o processo de tomada de decisão.

O aumento do custo de transporte pode tanto deslocar a distribuição de probabilidade do indicador econômico considerado, como também alterar o seu formato, podendo aumentar ou diminuir o risco do projeto de acordo com o indicador utilizado.

Devido aos custos de colheita e transporte, a proporção da variação de preço que o produtor pode receber pela madeira em pé é muito superior à proporção da variação do preço observada no consumidor da madeira. Isto evidencia a importância de o produtor florestal ter conhecimento dos seus custos de colheita e transporte antes de tomar a decisão pela implantação florestal, mesmo que pretenda comercializar a madeira em pé, uma vez que o preço que ele irá receber sofrerá influência direta e significativa dos custos de colheita e transporte observados.

## 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.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br/paginas/default.aspx>>. Acesso em: 16 mar. 2017.
- BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.21, n.59, p.185-193, 2007.
- BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M.O. **Cadeia produtiva de madeira**. Brasília: IICA/CATIE, 2007.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 10.ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- CASTRO, R. R. de et al. Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, MG, v.13, n.4, p.353-359, out./dez. 2007.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA (CEPAGRI). **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 24 set. 2015.

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. da. Rentabilidade e risco de investimento na produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Cerne**, Lavras, MG, v.18, n.1, p.53-59, jan./mar. 2010.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBA). **Relatório anual 2016**. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

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

RESTREPO, H. I.; ORREGO, S. A. A comprehensive analysis of teak plantation investment in Colombia. **Forest Policy and Economics**, v.57, p.31-37, ago. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2015.05.001>>. Acesso em: mar. 2017.

SIMÕES, D. et al. 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, jul./set. 2014.

WICKHAM, H. **Ggplot2: elegant graphics for data analysis**. New York: Springer-Verlag, 2009.

WINSTON, W. L. **Operations research: applications and algorithms**. Canada: Thonson Brooks/Cole, 2004.