

Nota Técnica

Avaliação financeira e gerenciamento de risco para diferentes distâncias de transporte de madeira pelo modal rodoviário

Economic assessment and risk management for different distances of timber transport by road

Aline Pereira das Virgens^I, Luís Carlos de Freitas^I, Márcio Lopes da Silva^{II}

^IUniversidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, Brasil

^{II}Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

RESUMO

Entre os inúmeros elos da cadeia produtiva do setor florestal, o transporte apresenta-se como um componente relevante na gestão econômica das empresas, podendo representar mais de 30 % dos custos da madeira posto fábrica. Mediante a expressividade econômica e as incertezas relacionadas à atividade, objetivou-se com este trabalho proceder uma análise econômica e de risco no segmento de transporte florestal terceirizado. As receitas foram oriundas do valor pago pelo frete à empresa terceirizada, para os três raios de transporte analisados (US\$/m³), bem como pelo volume de madeira transportado pelo biminhão (50 m³). Foi determinado o custo operacional por hora efetiva de trabalho, considerando os custos fixos, variáveis e administrativos. A pesquisa foi conduzida em uma empresa situada no litoral norte da Bahia, responsável pelo transporte terceirizado de madeira, das margens das estradas até a bateria de fornos, com uso do biminhão. A empresa detentora dos fornos pertence ao segmento de siderurgia e utiliza como fonte de matéria-prima madeira de eucalipto oriundo do próprio plantio. Foram avaliados três raios de transporte, sendo estes: 10 km, 14 km e 20 km. Adotaram-se os critérios VPL, TIR, VAE, RB/C e CMP para análise econômica, sendo VPL empregado ainda na simulação de cenários de risco da atividade. Os resultados mostraram viabilidade para todos os critérios analisados: US\$ 5.657,58 (VPL); 8,23% (TIR); US\$ 824,23 (VAE); 1,004 (RB/C) e US\$ 2,24 (CMP), para o raio de transporte de 10 km; US\$ 72.563,96 (VPL); 18,34% (TIR); US\$ 10.571,55 (VAE); 1,05 (RB/C) e US\$ 2,38 (CMP), para o raio de transporte de 14 km; US\$ 251.807,75 (VPL); 27,3 % (TIR); US\$ 36.684,85 (VAE); 1,15 (RB/C) e US\$ 2,62 (CMP), para o raio de transporte de 20 km. Na análise de risco foi observado 49,0%, 30,9% e 7,4% de probabilidades dos valores de VPL apresentarem negativos, para os raios de transporte de 10, 14 e 20 km, respectivamente, considerando a distribuição triangular uniforme com 10.000 iterações. O trabalho mostrou maior cenário de risco para o raio de transporte de 10 e 14 km, sendo a variável de maior influência, o valor de aquisição do veículo. O maior raio de distância de transporte condicionou cenários de menores riscos e maior atratividade para a empresa terceirizada de transporte florestal.

Palavras-chave: Análise de risco; Biminhão; Técnica de Monte Carlo

ABSTRACT

Among the various activity involving in the forestry sector, the timber transport shows strategic importance in production costs. Through the economic expressiveness and the uncertainties related to the transport activity, the objective of this research was to carry out a financial analysis and risk simulation in the outsourced forest transport activity. Revenues were determined by the amount paid for freight to the outsourced company, considering three transport distances evaluated (US\$/m³), as well as the volume of wood transported by cargo vehicle composition (50 m³). The cost was determined by calculating the operating cost per effective hour of work, through fixed, variable and administrative costs. The study was carried out in a forestry company located in the north coast of Bahia state, Brazil, that carries out the forest transportation through an outsourced service contract, to conduct the logs from the roadside to the furnace. The company belongs to the steel industry and uses, as raw material, eucalyptus wood from its own planting. Three transport distances were evaluated: 10 km, 14 km and 20 km. It was used the indicators NPV, IRR, VAE, RB/C and CMP for economic analysis and the indicator NPV for simulating risk scenarios in the forest transport activity. The results showed viability for all indicators: US\$ 5.657,58 (NPV); 8,23% (IRR); US\$ 824,23 (VAE); 1,05 (RB/C) and \$ 2,24 (CMP), considering transport distance of 10 km; US\$ 72.563,96 (NPV); 18,34% (IRR); \$ 10.571,55 (VAE); 1.05 (RB / C) and \$ 2.38 (CMP), considering the transport distance of 14 Km and \$251.807,75 (NPV); 27,3% (IRR); \$36.684,85 (VAE); 1.15 (RB/C) and \$2.62 (CMP), considering the transport distance of 20 km. For the risk analysis, it was observed 49,0%, 30,9% and 7,4% of probability of negative NPVs for transport distances of 10, 14 and 20 km, respectively, being adopted triangular and uniform distribution and 10,000 iterations. The research showed greater risk scenario for the transport distance of 10 km being the most influential variable the vehicle acquisition value. The greater distances conditioned a scenario of lower risk and greater attractiveness for the outsourced forest transportation company.

Keywords: Risk analysis; Cargo vehicle composition; Monte Carlo Technique

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro destaca-se como um dos segmentos de grande relevância no contexto econômico do agronegócio. O valor da produção primária florestal brasileira alcançou R\$ 20,6 bilhões em 2018, avanço nominal de 8% em relação ao ano anterior (BÔAS, 2019).

Entre os inúmeros elos da cadeia produtiva do setor florestal, o transporte representa um componente relevante na composição dos dispêndios, portanto a identificação dos fatores operacionais e o controle de custos nesta atividade são imprescindíveis para a gestão econômica das empresas de base florestal (DINIZ *et al.*, 2020). Um sistema de transporte inadequado pode proporcionar a insustentabilidade

econômica do segmento, tornando-se indispensáveis estudos que possam contemplar a análise de risco, visando à maior segurança e à maior probabilidade do retorno dos investimentos. Segundo Securato (2007), para quaisquer eventos em que haja um grau de incerteza ou risco, sua probabilidade precisa ser estabelecida com vista a obter um processo de decisão mais assertivo. No transporte florestal não é diferente, em que o risco pode ser influenciado principalmente pelo preço do combustível, custo da composição veicular de carga (afetando a depreciação) e custo de manutenção, este último podendo aumentar consideravelmente dependendo das condições das estradas. O risco na atividade de transporte florestal pode ser considerado de grande relevância, dadas as inúmeras variáveis envolvidas e o alto custo do processo, justificando, neste contexto, a aplicação de uma modelagem no cenário econômico, através de um planejamento criterioso, de forma a assegurar a sustentabilidade do segmento.

Diversas variáveis influenciam diretamente os custos no setor florestal, entre elas a alteração da política interna com oscilações das taxas de juros, aumento dos encargos e pedágios, distâncias entre a floresta e a indústria consumidora e a capacidade de carga dos veículos (SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2005; MOREIRA; SIMIONI; SANTANA, 2017). De acordo com Bramucci e Seixas (2002), o aprimoramento das técnicas de transporte florestal tem se tornado indispensável para o aumento da eficiência operacional e da produtividade, redução dos custos de produção, contribuindo para a melhoria do processo produtivo e maior competitividade das empresas florestais.

Em virtude da grande representatividade dos custos de transporte na cadeia produtiva do setor florestal, bem como a gama de variáveis envolvidas no processo, vislumbra-se a importância da gestão de riscos na atividade em questão.

Esta pesquisa teve como objetivo realizar análises econômicas e de riscos na atividade de transporte florestal terceirizada, considerando três distâncias para entrega da madeira, tomando como parâmetros indicadores de viabilidade, bem como a técnica de Monte Carlo, para o gerenciamento de riscos e determinação de probabilidades de sucesso no segmento avaliado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização do estudo

A pesquisa foi conduzida em uma empresa do segmento florestal, localizada no litoral norte da Bahia, composta por uma frota de 16 veículos de transporte (biminhão). A composição avaliada realiza o transporte de madeira da área de corte até a bateria de fornos da empresa contratante. Avaliaram-se três distâncias de transporte praticadas pela empresa terceirizada, sendo estas nos raios de 10 km, 14 km e 20 km.

Visando conferir uma estabilidade temporal às análises efetuadas, utilizou-se como unidade monetária o dólar. A relação monetária entre o dólar e o real na data de realização da pesquisa (21/02/2018) foi de US\$ 1,00 = R\$ 3,26.

2.2 Custos no transporte florestal

Para determinação do custo operacional utilizou-se o método desenvolvido pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1956), proposto por Freitas *et al.* (2004), e adaptado para o presente estudo (Tabela 1). Avaliaram-se os custos fixos, variáveis, administrativos e de mão de obra para o veículo de transporte empregado pela empresa terceirizada.

Os custos fixos não mostram uma relação com produção, diferentemente do que é observado para os custos variáveis (MINETTE *et al.*, 2008).

2.3 Receitas no transporte florestal terceirizado

Consideraram-se, para compor as receitas, valores de fretes disponibilizados pela empresa terceirizada, sendo estes de US\$ 2,25; US\$ 2,50 e US\$ 3,02, para cada metro cúbico de madeira transportada, observadas as distâncias de transporte estabelecidas 10, 14 e 20 km, respectivamente. O volume de madeira transportado por viagem foi de 50 metros cúbicos. Esse volume, multiplicado pelos respectivos valores de fretes, caracterizou as receitas para as diferentes distâncias de transporte. Tais

receitas foram contrapostas com o custo operacional total do veículo de transporte florestal avaliado (biminhão), de forma a inferir na viabilidade econômica e nos riscos da atividade.

Tabela 1 – Custos fixos, variáveis, administrativos e de mão de obra para o veículo de transporte florestal avaliado

Itens de Custo	Fórmula	Itens de Custo	Equações
		Combustível (Ccb)	$Ccb = \frac{km(total)}{consumo} * \text{preço do combustível}$
Fixos	Juros (J)		
	$J = \frac{Va * i * f}{hf}$	Variáveis	
	Seguros (S)	$S = \frac{Sa}{hf}$	Graxas e lubrificantes (G.L)
Impostos (I)	$I = \frac{I}{hf}$	Manutenção e conserto	$Co = \frac{Va}{ht * hv}$ $hv = hf \left(1 - \frac{TE}{TV + TE}\right)$
Depreciação (D)	$D = \frac{(Va - Vr)}{H}$	Custo de pneu (Cp)	$Cp = \frac{B}{t * hv} + \frac{(T + B)(T * HV - N)}{N * T * hv}$
Custo de mão de obra (CMD)			$CMD = \frac{B12 * Sm(1 + S)}{hf}$
Custos Administrativos (CAD)			$CAD = (J + S + I + D + Ccb + G.L + Co + Cp + CMD) * 8,09\%$

Fonte: Autores (2018)

Em que: Va = valor de aquisição do biminhão; i = juros anuais (8,75% a.a); 6%; f = fator de ajuste; hf = hora efetiva de trabalho; Sa = custo de seguro anual; I = Custo de Imposto e Licenciamento do caminhão; Vr = valor de sucata (Va*0,10); H = vida econômica do caminhão, em horas efetivas (hf); km (total) = quilometragem total; consumo = consumo de combustível (litros), em função da quilometragem; 0,2 = índice percentual do custo do combustível; t = vida útil do ativo; hv = hora efetiva de viagem por ano ; TE = tempo de espera; TV = tempo de viagens; B = valor correspondente a 50% do custo de substituição do jogo de pneus; T = custo de substituição de um jogo de pneus; N = vida útil dos pneus (horas); B12 = constante utilizada para representar os 12 meses do ano; Sm = quantitativo de salário pago mensalmente para o caminhoneiro e seu auxiliar; S = índice de encargos (35%); 8,09% = coeficiente para determinação do custo administrativo.

2.4 Análise de viabilidade econômica

Após definição do custo operacional total e das receitas referentes aos valores de frete, procedeu-se uma análise econômica empregando-se os critérios Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Anual Equivalente (VAE), Razão Benefício Custo (RB/C) e Custo Médio de Produção (CMP). Os valores de receitas e custos foram estabelecidos para um horizonte de 10 anos, considerando este como sendo o período de contrato entre a empresa terceirizada e a empresa do segmento florestal.

2.5 Gerenciamento de Riscos

De posse dos dados de custos e receitas na atividade avaliada, estabeleceu-se um fluxo de caixa com as receitas líquidas durante a vida útil do empreendimento. Os dados foram processados com auxílio do *software* Excel, utilizando o método de Monte Carlo, o qual possibilita imitar a realidade através da geração de modelos e cenários aleatórios. Foram geradas 10.000 iterações, ou seja, valores disponibilizados por meio de uma série randômica para simulação do risco, dentro de intervalos de 20% para mais e para menos em relação às variáveis de entrada (número de viagens, salário do motorista, taxa de juros, custos administrativos, valor do frete, valor de aquisição do veículo, custo de combustível, tempo de viagem e depreciação). Adotou-se a distribuição triangular uniforme, de acordo com Souza e Frizzone (2003) e Cordeiro *et al.* (2010). A distribuição triangular e uniforme baseia-se em uma análise simétrica, levando-se em consideração um mesmo percentual que é projetado para mais e para menos em relação às variáveis de entrada. Após definição da distribuição e das variáveis de entrada, foi definida a variável de saída, de forma a contextualizar o risco em função do indicador econômico avaliado, no caso o VPL.

Realizaram-se estatísticas descritivas e qualitativas na ordem de valores mínimos, máximos, médios, moda, desvio padrão e percentis para gerenciamentos dos riscos. As variáveis de entrada foram submetidas a uma análise de elasticidade de forma

contextualizar seus impactos na variável de saída (VPL). A partir dos dados, procedeu-se a classificação, em ordem de importância, das variáveis que mais influenciaram o VPL na atividade de transporte avaliada.

Partindo-se do pressuposto que o transporte rodoviário é uma das operações que mais gera custos em uma empresa florestal, deve-se buscar ainda um planejamento mais eficiente, através de técnicas de pesquisa operacional, visando a sua otimização e, como consequência, redução de custos, seja pela diminuição da frota (redução dos custos fixos) ou na alocação de veículos (redução do custo variável) (LACOWICZ *et al.*, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As distâncias entre as áreas florestais e centro de processamento (fornos) foram de 10, 14 e 20 km. São realizadas, em média, 6 viagens por dia para a distância de 10 km, 5 viagens para a distância de 14 km e 4 viagens para a distância de 20 km. O ciclo foi de 62 minutos para distância de 10 km (15 minutos no carregamento, 20 minutos no transporte com carga, 12 minutos no descarregamento e 15 minutos no transporte sem carga). Para as distâncias de 14 km e 20 km, os ciclos foram de 76 minutos e 97 minutos, respectivamente. As variações dos ciclos estiveram relacionadas com os tempos de viagens com carga e sem carga.

Consideraram-se, para determinação das receitas, valores de fretes na ordem de US\$ 2,25; US\$ 2,50 e US\$ 3,02, para cada metro cúbico de madeira transportado, respectivamente, para as distâncias de 10, 14 e 20 km, considerando a capacidade de carga do veículo de 50 metros cúbicos.

Com base no somatório dos componentes de custos, foi possível obter o custo operacional total da composição veicular de carga utilizada pela empresa terceirizada (Tabela 2).

Os lucros da atividade de transporte florestal terceirizada foram provenientes da diferença entre os valores de receitas e custos gerados no segmento. As receitas foram

determinadas em função dos valores pagos pelos fretes (US\$/m³), disponibilizados pela empresa para as três distâncias de transporte avaliadas (10, 14 e 20 km), bem como pelo volume de madeira transportado pela composição veicular de carga, sendo computada em dólares por hora efetiva de trabalho (US\$/he). O custo da atividade de transporte foi determinado através do cálculo de custo operacional (US\$/he), de acordo com a metodologia FAO, conforme relatado por Freitas *et al.* (2004).

Tabela 2 – Custos de transporte florestal (US\$/he), estimados pelo método FAO, para as distâncias de 10, 14 e 20 km

Dist.	Custos fixos				Custos variáveis				Custo de pessoal	Custo Adm.	Totais
	J	S	I	D	Ccb	GL	Co	Cp	CMO	CAD	
10 km	4,01	0,54	0,42	8,02	13,53	2,71	15,82	1,17	10,2	4,56	60,97
14 km	4,01	0,54	0,42	8,02	15,78	3,16	18,45	1,29	10,2	5	66,87
20 km	4,01	0,54	0,42	8,02	18,04	3,62	23,73	1,74	10,2	5,69	75,99

Fonte: Autores (2018)

Em que: J = Juros; S = seguro; I = Imposto; D = Depreciação; Ccb = combustível; GL = graxas e lubrificantes; Co = custos de consertos; Cp = custos de pneus; CMO = custo com mão de obra; CAD = custos administrativos.

Os custos de conserto e combustível foram as variáveis mais expressivas. Freitas *et al.* (2004), avaliando uma composição de carga similar, também observaram essa tendência para os respectivos custos. Os custos variáveis apresentaram maior porcentagem entre os custos totais, com participação de cerca de 60%.

Os lucros na atividade de transporte foram de 51,53; 58,13 e 75,01US\$/he, respectivamente, para as distâncias de 10, 14 e 20 km. Como foi avaliado o lucro da empresa terceirizada no segmento de transporte florestal, as maiores distâncias de transporte apresentaram-se mais atrativas, uma vez que o valor pago pelo frete foi maior nestas condições, favorecendo não apenas a viabilidade econômica, como também a redução dos riscos na atividade.

3.1 Análise econômica

As receitas, determinadas em função dos valores de fretes pagos à empresa terceirizada pelo transporte de madeira (US\$/m³), bem como pela capacidade de carga do veículo, foram de 112,50; 125,00; 151,00 US\$/he, respectivamente, para as distâncias de 10, 14 e 20 km. Os componentes de custos fixos, variáveis, administrativos e de mão de obra resultaram no custo operacional total do veículo de transporte. Os valores de receitas e custos foram estabelecidos para um horizonte de 10 anos, considerando este como sendo o período de contrato da atividade de transporte florestal terceirizada (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise econômica para o segmento de transporte florestal terceirizado considerando distâncias de 10, 14 e 20 km

Distância	VPL	TIR	VAE	B/C	CMP
10 km	US\$ 5.657,58	8,23%	US\$ 824,23	1,004	US\$ 2,24
14 km	US\$ 72.563,96	18,34%	US\$ 10.571,55	1,049	US\$ 2,38
20 km	US\$ 251.807,75	27,3%	US\$ 36.684,85	1,15	US\$ 2,62

Fonte: Autores (2018)

Considerando-se os dados da Tabela 3, foi possível inferir sobre a viabilidade econômica do segmento avaliado, sendo este atrativo para todos os cenários de distâncias analisados.

O CMP foi inferior à receita auferida no transporte terceirizado, US\$ 2,25/m³; US\$ 2,50/m³ e US\$ 3,02/m³ para as distâncias 10, 14 e 20 km, respectivamente, conferindo viabilidade econômica ao segmento (SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2005; REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Observando-se os resultados da Tabela 3, as maiores distâncias de transporte apresentaram-se mais atrativas para a empresa terceirizada, pois, neste caso, a receita auferida pelo frete, para cada metro cúbico de madeira transportada, mostrou-se mais atrativo. Além disso, para maiores distâncias de transporte, os veículos acabam

por apresentar um menor tempo percentual nas operações de carga e descarga, ou seja, um percentual expressivo do tempo é gasto com o veículo em trânsito, o que não acontece em pequenas distâncias de transporte.

Machado *et al.* (2006), analisando o desempenho operacional na atividade de transporte de madeira, identificaram como fatores de maior influência na produtividade, o número de carregadores florestais disponíveis no campo para realização do carregamento e a qualidade das estradas florestais. A inadequação do número de carregadores florestais na área de corte também foi relatada por Lopes, Cristo e Pieper (2006), ao avaliarem as condições técnicas e econômicas do transporte de madeira em pequenas distâncias. Tais variáveis afetam o número de ciclos operacionais diários dos veículos de transporte, principalmente em pequenas distâncias, proporcionando um menor volume de madeira transportado e, conseqüentemente, menores lucros por parte das empresas terceirizadas que atuam no segmento.

Savi, Canepelle e Oliveira (2012), analisando a viabilidade econômica do transporte florestal realizada por três composições veiculares de carga (caminhão truck, caminhão truck com reboque e caminhão articulado - carreta), obtiveram como melhor alternativa a composição veicular formada por um caminhão truck e um reboque, porém nenhuma apresentou viabilidade econômica para os critérios VPL, TIR e VAE. Segundo os respectivos autores, o melhor resultado para o caminhão truck com reboque pode ser explicado pela maior capacidade de carga em relação às demais composições veiculares.

3.2 Análises de risco

Por meio da técnica de Monte Carlo foram obtidas simulações dos prováveis cenários e as respectivas probabilidades acumuladas para o segmento em estudo (Tabela 4).

Para as distâncias 10 e 14 km foi possível observar que 5% dos valores dos percentis apresentaram-se abaixo de US\$ -264.585,79 e 5% acima de US\$ 293.467,49 e US\$ 308.442,09 respectivamente.

Considerando a distância de 20 km, as estimativas foram melhores economicamente, mostrando 5% dos valores de VPL abaixo de US\$ -28.137,36 e 5% acima de US\$ 524.905,03.

Tabela 4 – Estatísticas para os valores de VPL, variáveis de saída, considerando três distâncias de transporte (10, 14 e 20 km)

Estatística	Variáveis de saída		
	VPL 10 km	VPL 14 km	VPL 20 km
Mínimo	-498.883,11	-352.399,31	-273.812,68
Máximo	616.019,21	474.925,26	765.715,27
Média	6.851,84	73.196,46	249.873,74
Desvio Padrão	170.483,98	142.301,47	167.262,77
Mediana	0,11	0,01	-0,01
Moda	40.927,83	70.331,95	235.895,46
Percentis			
5%	-264.585,79	-161.779,51	-28.137,36
10%	-210.649,53	-113.781,68	27.311,64
15%	-174.957,85	-79.461,12	68.727,30
20%	-142.214,74	-52.349,20	100.315,94
25%	-115.170,64	-26.163,04	131.066,31
95%	293.467,49	308.442,09	524.905,03

Fonte: Autores (2018)

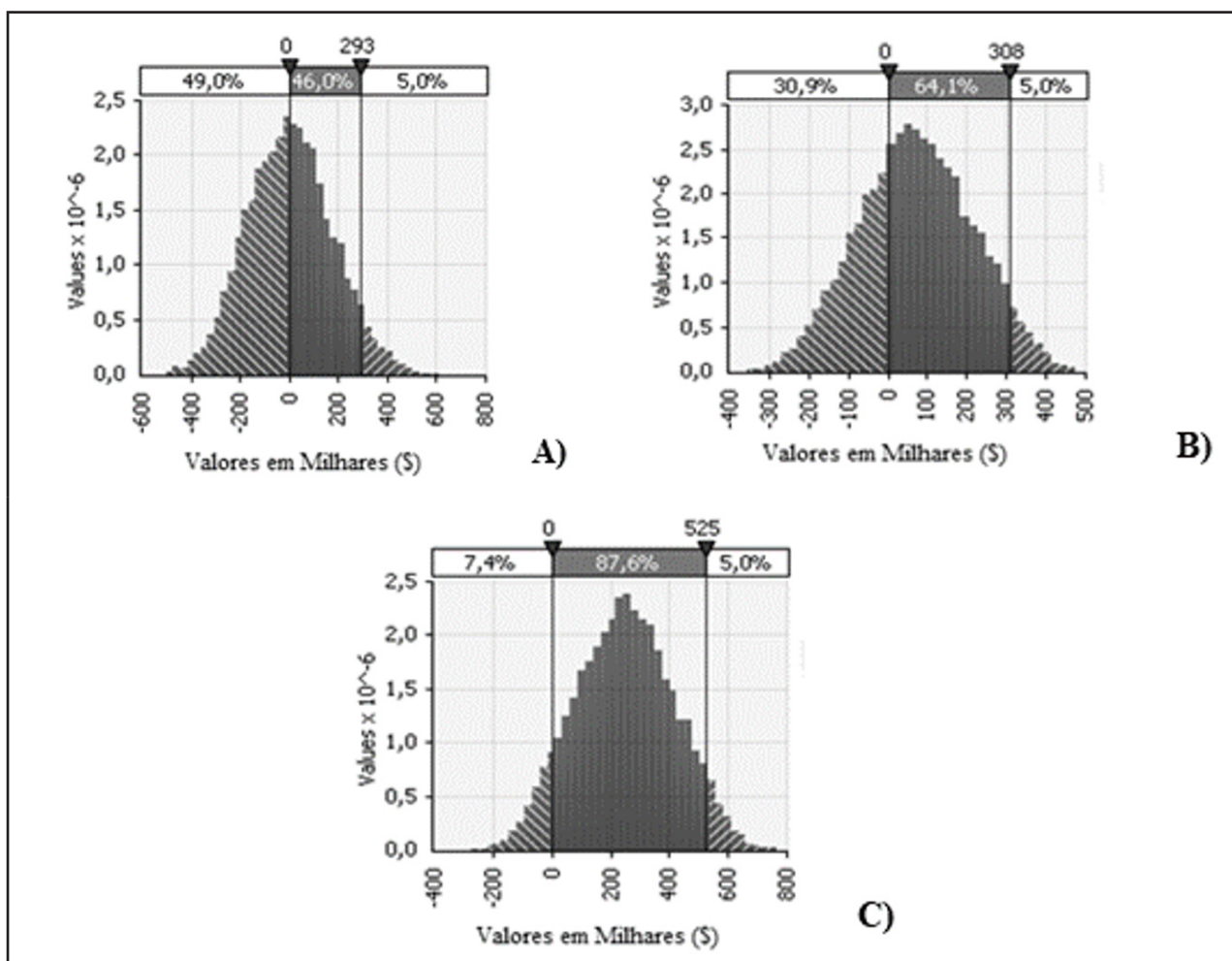
As análises mostraram probabilidades de 49,0%, 30,9% e 7,4% do VPL apresentar valores negativos, para as distâncias de transporte de 10, 14 e 20 km, respectivamente (Figura 1). Hacura, Jamadus-Hacura e Kotot (2001) relatam que, constantemente, quando a probabilidade de se obter VPL negativo for maior que 20%, o projeto é considerado inseguro. Por intermédio dos cenários avaliados pode-se afirmar que, além de apresentar viabilidade econômica, o projeto com maior distância, 20 km, mostrou índices de riscos compatíveis, considerando possíveis variações de 20% nas condições do mercado e no valor pago por metro cúbico de madeira transportada. Entretanto, os cenários simulados para as distâncias de 10 e 14 km configuraram que

a atividade possui grau de risco, mediante estimativas de instabilidade do mercado nas variações de 20%, apresentando 49,0 e 30,9% de risco de VPL negativos.

Cabe ressaltar que o valor crítico dessa medida de risco é subjetivo, pois cada atividade tem um grau diferente de aversão ao risco e deve ser analisada mediante séries de variação do mercado (HACURA; JAMADUS-HACURA; KOTOT, 2001; SILVA *et al.*, 2014).

O risco para o segmento avaliado considerando as três distâncias de transporte pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Probabilidade de distribuição relativa e acumulada do VPL para o segmento avaliado, considerando três distâncias de transporte



Fonte: Autores (2018)

Em que: A) refere ao raio de 10 km; B) refere ao raio de 14 km e C) refere ao raio de 20 km.

Observou-se que as distribuições de probabilidade dos indicadores econômicos foram simétricas em torno da média e mediana, não apresentando inclinação acentuada para nenhum dos lados. Silva *et al.* (2012) evidenciaram situação diferente para análise de risco em sistemas agroflorestais no sul de Minas Gerais, em que os valores tendenciavam para a direita indicando melhor viabilidade, devido à maior quantidade de resultados positivos para a análise.

Para dois dos cenários apresentados, os valores de VPL negativo foram menores que 20% do total e para um dos cenários propostos os valores de VPL negativo somaram mais de 20% do total, os valores médios se mostraram positivos para os três cenários e o centro da distribuição dos dados (mediana) não se apresentou distante do valor médio, ou seja, os elementos da amostra se encontram 50% maiores e 50% menores que a média. Os valores modais não se apresentaram relativamente distantes dos valores da média. Para Moreira, Simioni e Santana (2017), a desigualdade entre os valores modais dos indicadores calculados na análise determinística e sob risco destaca a importância de se considerarem os fatores de risco na avaliação, já que o cálculo determinístico pode levar a conclusões equivocadas dependendo das distribuições de probabilidade das variáveis de risco.

Os VPL simulados na análise de risco para os três cenários apresentaram valores médios de US\$ 6.815,84, US\$ 73.196,46 e US\$ 249.873,74, respectivamente, para distâncias de 10, 14 e 20 km. Houve uma dispersão considerável dos dados em torno da média, expressa pelo desvio padrão da média, porém essa variação não proporcionou a ocorrência de VPL negativos para a distância de 20 km, entretanto, para as menores distâncias ocorreu a presença de valores negativos com aferição pelo desvio padrão negativo.

Em relação à análise da elasticidade das variáveis, compreende-se que os valores positivos apontam uma relação direta entre as variáveis, ocorrendo uma

relação inversa quando os valores são negativos (CORDEIRO *et al.*, 2010). As variáveis que afetaram o VPL na sua ordem de importância estão dispostas na Tabela 5.

Na Tabela 5, constam os efeitos de cada variável de entrada nas variáveis de saída. Os valores positivos da elasticidade indicam que a relação entre as variáveis é diretamente proporcional. Foi possível observar nos cenários de elasticidade que o valor do frete foi a variável que mais influenciou no resultado final do VPL, pode-se interpretar que, na distância de 10 km, caso ocorra um aumento de 20% no valor do frete, haverá um aumento de 6,7% no retorno financeiro pelo indicador VPL. Em contrapartida, o aumento de 20% no valor de compra do ativo (veículo de transporte) implicou em uma queda de 4,7% no VPL. Para o cenário das distâncias de 14 e 20 km, a mesma tendência foi observada. As densidades de probabilidade para o indicador VPL para os três cenários de distâncias de transporte podem ser observados na Figura 2.

Tabela 5 – Análise de sensibilidade com base nas elasticidades das variáveis de entrada em função da influência do VPL do transporte florestal

Variáveis de entrada	10 km (%)	R	14 km (%)	R	20 km (%)	R	R (Geral)
Número de viagens	0,55	6	-		-		6
Salário do motorista	-0,03	1	-0,04	1	-0,03	1	3
Valor do frete	0,67	7	0,89	6	0,92	6	19
Aquisição do veículo	-0,47	5	-0,40	5	-0,34	5	15
Combustível	-0,10	4	-0,15	4	-0,14	4	12
Depreciação da máquina,	-0,04	2	-0,05	2	-0,05	2	6
Taxa de Juros	-0,06	3	-0,07	3	-0,88	3	9

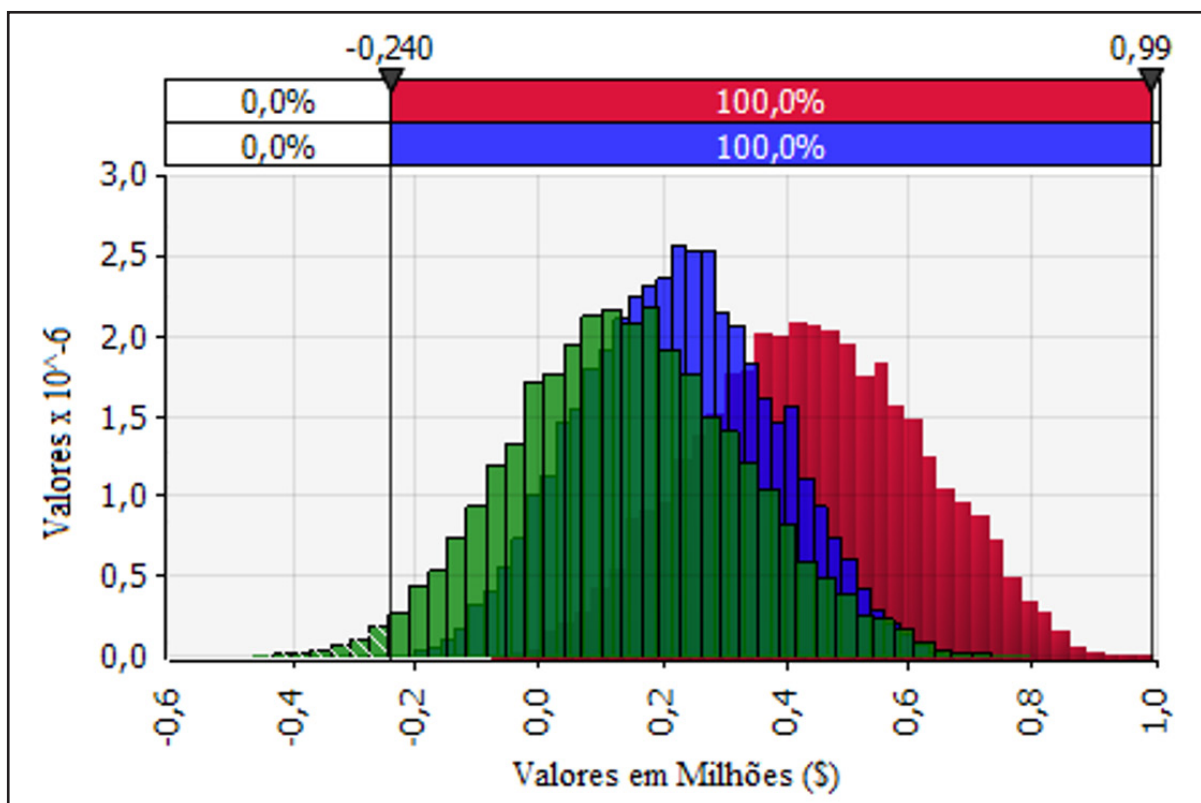
Fonte: Autores (2018)

Em que: R = Ordem de importância.

A Figura 2 enfatiza o deslocamento da distribuição de probabilidade do VPL para a direita, à medida que se aumenta a distância de transporte, observando melhor cenário para as simulações realizadas para a distância de 20 km. Tal projeção era

esperada, já que foram avaliados o contexto econômico e a gestão de risco para o segmento de transporte florestal terceirizado, obtendo, portanto, melhores valores de fretes para as maiores distâncias.

Figura 2 – Densidade de probabilidade para o Indicador VPL, nos três cenários de distância de transporte de madeira



Fonte: Autores (2018)

Em que: As cores verde, azul e vermelha representam a curva de probabilidade para 10 km, 14 km e 20 km, respectivamente.

4 CONCLUSÃO

A atividade avaliada apresentou-se viável para os indicadores econômicos nos três cenários de distâncias de transporte. A maior distância (20 km) apresentou maior retorno econômico para a empresa terceirizada, com menor probabilidade de risco para o segmento. Os maiores impactos positivos e negativos para o indicador

VPL, valores de frete e valor de aquisição do veículo, respectivamente, mostraram-se como variáveis estratégicas para o gerenciamento de risco. A técnica de Monte Carlo mostrou-se eficiente como ferramenta de planejamento e gestão de risco na atividade de transporte florestal avaliada.

REFERÊNCIAS

- BÔAS, B. V. Valor da produção florestal atinge R\$ 20,6 bilhões em 2018, aponta IBGE. **Valor Econômico**, Rio de Janeiro, 19 set. 2019. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2019/09/19/valor-da-producao-florestal-atinge-r-206-bilhoes-em-2018-aponta-ibge.ghtml>. Acesso em: 19 set. 2019.
- BRAMUCCI, M.; SEIXAS, F. Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de "harvesters" na colheita florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 62-74, 2002.
- CORDEIRO, S. A. *et al.* Contribuição do fomento do órgão florestal de Minas Gerais na lucratividade e na redução de riscos para produtores rurais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 32, p. 367-376, 2010.
- DINIZ, C. C. C. *et al.* Análise técnica e de custos do transporte de biomassa florestal com carreta piso móvel. **ACSA**, Patos, v. 16, n. 1, p. 34-38, jan./mar. 2020.
- FREITAS, L. C. *et al.* Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 855-863, 2004.
- HACURA, A.; JAMADUS-HACURA, M.; KOTOT, A. Risk analysis in investment appraisal based on the Monte Carlo simulation technique. **European Physical Journal B**, New York, v. 20, n. 4, p. 551-553, 2001.
- LACOWICZ, P. G. *et al.* Minimização dos custos de transportes rodoviário florestal com o uso da programação linear e otimização do processo. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 75-87, 2002.
- LOPES, E. D. S.; CRISTO, J. F. D. C.; PIEPER, M. Avaliação técnica de um sistema de pesagem no carregamento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 575-581, 2006.
- MACHADO, R. R. *et al.* Análise do custo e do raio econômico de transporte de madeira de reflorestamentos para diferentes tipos de veículos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 999-1008, 2006.
- MINETTE, L. J. *et al.* Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada em Niquelândia, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 659-665, 2008.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; SIMIONI, F. J.; SANTANA, L. F. Impacto do Custo de Transporte no Risco da Rentabilidade Florestal na Região de Itapeva-SP. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 38, n. 132, p. 77-89, jan./jun. 2017.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2013. 385 p.

SAVI, A. F.; CANEPPELE, F.; OLIVEIRA, M. R. G. Custeio de diferentes tipos de transporte rodoviário no setor madeireiro de Itapeva. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 2, p. 147-154, 2012.

SECURATO, J. R. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Saint Paul, 2007. 264 p.

SILVA, C. P. C. *et al.* Economic analysis of agroforestry systems with candeia. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 585-594, 2012.

SILVA, C. S. J. *et al.* Viabilidade econômica e rotação florestal de plantios de candeia (*Eremanthus erythropappus*), em condições de risco. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 113-122, jan./mar. 2014.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 178 p.

SOUZA, J. L. M.; FRIZZONE, J. A. Modelo aplicado ao planejamento da cafeicultura irrigada. III Análise de risco econômico da cafeicultura em dois sistemas de irrigação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 399-408, 2003.

Contribuição de Autoria

1 – Aline Pereira das Virgens

Engenheira Florestal, Me., Pesquisadora Autônoma

<https://orcid.org/0000-0002-3619-4551> • apereira.aline@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Obtenção de financiamento, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Validação, Visualização de dados, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Luís Carlos de Freitas

Engenheiro Florestal, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-8448-0843> • luisfreitas@uesb.edu.br

Contribuição: Conceituação, Análise Formal, Obtenção de financiamento, Metodologia, Recursos, Supervisão, Validação, Escrita – revisão e edição

3 – Márcio Lopes da Silva

Engenheiro Florestal, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-6742-4479> • marlosil@ufv.br

Contribuição: Análise Formal, Obtenção de financiamento, Recursos

Como citar este artigo

Virgens, A. P.; Freitas, L. C.; Silva, M. L. Avaliação financeira e gerenciamento de risco para diferentes distâncias de transporte de madeira pelo modal rodoviário. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 880-897, 2021. DOI 10.5902/1980509835470. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509835470>. Acesso em: xx mês-abreviado 2021.