

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ANÁLISE ECONÔMICA E DE RISCO NO TRANSPORTE FLORESTAL  
RODOVIÁRIO**

**ALINE PEREIRA DAS VIRGENS**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
BAHIA – BRASIL  
ABRIL – 2018

**ALINE PEREIRA DAS VIRGENS**

**ANÁLISE ECONÔMICA E DE RISCO NO TRANSPORTE FLORESTAL  
RODOVIÁRIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para obtenção do título de Mestra.

**Orientador: Prof. Luís Carlos de Freitas (UESB)**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
BAHIA – BRASIL  
ABRIL – 2018

V81a Virgens, Aline Pereira das.  
Análise econômica e de risco no transporte florestal rodoviário.  
/ Aline Pereira das Virgens, 2018.  
76f.  
Orientador (a): D.Sc. Luís Carlos de Freitas.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Vitória da Conquista, 2018.  
Inclui referências. 74 - 75.  
1. Transporte florestal rodoviário. 2. Logística federal – Técnica de Monte Carlo. 3. Análise da viabilidade econômica. I. Freitas, Luís Carlos de. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós- Graduação Ciências Florestais. III. T.

CDD: 634.982

Dedicatória

*À minha família;*

*Ailton, Marli, Lane e Igãõ.*

*Na mente das pessoas, há um enfrentamento de ideias  
entre a incerteza e a ousadia...*

*A incerteza atua como se fosse uma espécie de freio  
para o ímpeto dos investidores...  
... enquanto a ousadia corresponde ao acelerador.*

Luiz Moreira Coelho Júnior

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meu primeiro agradecimento, pelo dom da vida, por ser minha estrutura. Obrigada Pai, por ser meu guia e consolo dos momentos de angústia e desespero, eu sei que sem Ti nada seria possível, Sua presença me deu força para seguir.

À minha família, mãe, pai, Lane e Igãõ pela capacidade de acreditar em mim, pelas orações, pelo incentivo e amor.

Ao Adriano, pelo carinho e amor, paciência e companheirismo em todas as horas e de todas as formas.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelo apoio para a realização deste trabalho e concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Dr. Luís Carlos de Freitas, pela oportunidade, confiança, paciência e apoio na execução desse trabalho.

À CIA FERRO LIGAS DA BAHIA – FERBASA e a JD Roza pelo apoio nas pesquisas de campo.

Ao Dr. Márcio Silva Lopes, pelos ensinamentos e contribuição grandiosa na execução deste trabalho.

Aos colegas Flávia, Paloma, Lucas, Alessandro, Ivan, Renan, Érika, Rômulo, Nayane, Danússia, Ana Paula, Roger, Monalisa, Paulo, Ariane, Rodrigo, Mariana, Walleska e à melhor secretária do mundo, Fabrícia, pelas experiências compartilhadas, momentos divertidos e de reflexão e pela amizade incrível que construímos ao longo desses dois anos! Essa galera é demais!!!

Aos meus amigos e familiares que mesmo distantes me deram apoio e incentivaram meus estudos.

Aos mestres, pelo ensinamento, pela troca de saber, por compartilharem conhecimento e experiências.

Obrigada a todos que contribuíram para que esse trabalho pudesse ser realizado, seria impossível executá-lo sozinha.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	3
2.1 Objetivos Específicos .....	3
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
3.1 Transporte Florestal.....	4
3.1.1 Transporte florestal ferroviário .....	4
3.1.2 Transporte florestal aeroviário.....	5
3.1.3 Transporte florestal hidroviário .....	6
3.1.4 Transporte florestal dutoviário .....	7
3.1.5 Transporte florestal rodoviário .....	8
3.2 Fatores influentes no transporte rodoviário .....	9
3.2.1 Estradas Florestais .....	10
3.2.2 Binômio Estrada x Transporte .....	12
3.2.3 Custos .....	13
3.3 Indicadores para análise de projetos florestais .....	14
3.3.1 Valor Presente Líquido – VPL .....	15
3.3.2 Taxa Interna de Retorno – TIR.....	16
3.3.3 Valor Periódico Equivalente ou Valor Anual Equivalente (VPE ou VAE)...	16
3.3.4 Razão Benefício Custo (RB/C) .....	16
3.3.5 Custo Médio de Produção (CMP).....	17
3.4 Análises de Risco.....	17
<b>4. REFERÊNCIAS</b> .....	21
<b>5. CAPÍTULOS</b> .....	26
<b>CAPÍTULO 1: VIABILIDADE ECONÔMICA, ANÁLISE DE RISCO E DE SENSIBILIDADE NA ATIVIDADE DE TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO</b> .....	26
1. INTRODUÇÃO .....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	29
2.1 Caracterização do estudo.....	29
2.2 Análises de custos e receitas .....	29
2.3 Análises da viabilidade econômica .....	31

2.4 Análises de Risco.....	31
2.5 Análises de sensibilidade.....	32
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>33</b>
3.1 Análises de custos e receitas .....	33
3.2 Análises econômicas .....	34
3.3 Análises de Risco.....	36
3.4 Análises de Sensibilidade .....	38
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO 2: IMPACTO DA DISTÂNCIA DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO NA VIABILIDADE ECONÔMICA E NO RISCO DA ATIVIDADE.....</b>	<b>44</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>
2.1 Caracterização do estudo.....	47
2.2 Custos operacionais da composição de carga avaliada .....	47
2.3 Receitas.....	49
2.4 Análises Econômicas.....	49
2.5 Análise de Risco.....	49
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>51</b>
3.1 Análise econômica.....	51
3.2 Análises de risco .....	53
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO 3: VIABILIDADE ECONÔMICA E RISCOS NA TOMADA DE DECISÃO DA TERCEIRIZAÇÃO DO TRANSPORTE FLORESTAL .....</b>	<b>62</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>65</b>
2.1 Caracterização do estudo.....	65
2.2 Custos e receitas.....	65
2.3 Análises Econômicas.....	66
2.4 Análise de Risco.....	66
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>68</b>
3.1 Análises de custos e receitas .....	68
3.2 Análises econômicas .....	68

<b>3.3 Análises de risco</b> .....	69
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	73
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	74
<b>6. CONCLUSÃO GERAL</b> .....	76

## RESUMO

VIRGENS, Aline Pereira das, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, fevereiro de 2018. **Análise econômica e de risco no transporte florestal rodoviário**. Orientador: Dr. Luís Carlos de Freitas.

A atividade de transporte florestal pode apresentar graus elevados de investimentos e altos índices de custos, configurando risco à atividade, o que torna essencial uma análise que contemple fatores de risco que possam influenciar o resultado final. Dessa forma, objetivou-se promover uma análise de viabilidade econômica e simulações de risco, pelo Método Monte Carlo, em diferentes cenários do transporte florestal rodoviário. Foram utilizados os seguintes indicadores de viabilidade: Valor Presente Líquido (VPL); Taxa Interna de Retorno (TIR); Valor Anual Equivalente (VAE); Custo Médio de Produção (CMP) e Razão Benefício Custo (RB/C). Aplicaram-se as ferramentas @RISK e TopRank no gerenciamento de riscos e na análise de sensibilidade para determinação de probabilidades de viabilidade. O estudo foi conduzido em uma empresa do setor florestal que realiza o transporte de madeira para a produção de carvão vegetal, localizada no litoral norte da Bahia. A frota utilizada constituiu-se, em sua totalidade, de caminhões Bitrens. Avaliou-se primeiramente a menor distância de transporte (10 km) e, sequencialmente, foram analisadas as três distâncias utilizadas pela empresa para o transporte de madeira (floresta até as baterias de fornos), sendo estas: 10 km, 14 km e 20 km. Na etapa final, realizou-se um estudo visando avaliar o retorno econômico da atividade de transporte de madeira, bem como o risco com o auxílio do programa @RISK, considerando um cenário em que a empresa incorporaria a atividade de transporte (com custos de aquisição e manutenção da frota), deixando o processo de terceirização, tendo como retorno o valor que a mesma pagaria pelo frete, caso o serviço fosse terceirizado. As análises econômicas foram projetadas com base em seis critérios de viabilidade econômica. Os custos operacionais da atividade nas três distâncias avaliadas foram de 60,97 h<sup>-1</sup>; 66,87 h<sup>-1</sup>; 75,99 h<sup>-1</sup> para 10, 14 e 20 km respectivamente, sendo os custos variáveis os mais expressivos perante os custos totais. Os resultados identificaram viabilidade para todos os cenários avaliados: US\$ 145.699,97 (VPL em 10 anos); 31,55% (TIR por ano); US\$ 21.226,44 (VAE por ano); 1,104 (RB/C) e US\$ 2,04 (CMP por km transportado), para a distância de 10 km; US\$ 228.272,77 (VPL em 10 anos); 62,76% (TIR por ano); US\$ 33.256,13 (VAE por ano); 1,154 (RB/C) e US\$ 2,17 (CMP por km transportado), para distância de 14 km. US\$ 439.995,69 (VPL em 10 anos); 89,66 % (TIR por ano); US\$ 64.101,18 (VAE por ano); 1,270 (RB/C) e US\$ 2,38 (CMP por km transportado), para distância de transporte de 20 km. No terceiro capítulo, observou-se um tempo de recuperação do capital de 3,01 anos, para cada caminhão adquirido, caso a empresa incorporasse a atividade de transporte florestal. Para a análise de risco, notou-se que a atividade apresentou 22,40%, 7,69% e 0,30% de probabilidade de apresentar

VPL's negativos, para as distâncias de transporte de 10, 14 e 20 km, respectivamente. Considerando o cenário de adoção da frota por parte da empresa, observou-se apenas 13,10% de probabilidade do VPL apresentar-se negativo. A pesquisa mostrou cenário de risco apenas para a distância de 10 km, apresentando para as outras distâncias riscos insignificantes. As variáveis de maior influência na análise de sensibilidade foram os valores do frete e de aquisição do veículo.

**Palavras-chave:** Logística Florestal, Técnica de Monte Carlo, Viabilidade Econômica.

## ABSTRACT

VIRGENS, Aline Pereira das, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, february 2018. **Economic and risk analysis in forest transportation**. Advisor: Luís Carlos de Freitas.

Forest transportation activity can present high levels of investments and high cost indices, creating a risk to the activity, which makes an analysis essential that includes risk factors that may influence the final result. In this way, the objective was to promote an economic feasibility analysis and risk simulations by the Monte Carlo Method, in different scenarios of the forest transportation. The following feasibility indicators were used: Net Present Value (NPV); Internal Rate of Return (IRR); Equivalent Annual Value (EAA); Average Cost of Production (ACP) and Cost Benefit Ratio (C/B). The @RISK and TopRank tools were applied in risk management and sensitivity analysis to determine feasibility probabilities. The study was carried out in a company of the forestry sector that carries out the transportation of wood for the production of charcoal, located in the north coast of Bahia. The fleet used consisted of all Bitrens trucks. It was first evaluated the lowest transport distance (10 km), the three distances used by the company to transport wood (forest to kiln batteries) were analyzed sequentially, being: 10 km, 14 km and 20 km. In the final stage, a study was carried out to evaluate the economic return of the wood transport activity, as well as the risk with the aid of the @RISK program, considering a scenario in which the company would incorporate the transportation activity (with acquisition and maintenance of the fleet), leaving the process of outsourcing, having as return the value that the same would pay for the freight, if the service were outsourced. The economic analyzes were designed based on six criteria of economic viability. The operational cost of the activity in the three distances evaluated was 60.97 h<sup>-1</sup>; 66.87-1; 75.99 h<sup>-1</sup> for 10, 14 and 20 km respectively, with variable costs being the most significant in relation to total costs. The results identified viability for all scenarios evaluated: US\$ 145.699,97 (NPV in 10 years); 31.55% (IRR per year); US\$ 21.226,44 (EAA per year); 1.104 (C/B) and US \$ 2.04 (ACP per km transported), for a distance of 10 km; US\$ 228.272,77 (NPV in 10 years); 62.76% (IRR per year); US\$ 33.256,13 (EAA per year); 1.154 (C/B) and US\$ 2.17 (ACP per km transported), for a distance of 14 km. US\$ 439.995,69 (NPV in 10 years); 89.66% (IRR per year); US\$ 64.101,18 (EAA per year); 1.270 (C/B) and US\$ 2.38 (ACP per km transported), for transport distance of 20 km. In the third chapter, a capital recovery time of 3.01 years was observed for each truck purchased, if the company incorporated the forestry transport activity. For the risk analysis, it was observed that the activity had 22.40%, 7.69% and 0.30% probability of presenting negative NPVs, for transport distances of 10, 14 and 20 km, respectively. Considering the scenario of adoption of the fleet by the company, only a 13.10% probability of NPV was negative. The research showed risk scenario only for the distance of 10 km, being observed for the other distances

insignificant risks. The variables of greatest influence in the sensitivity analysis were the freight and vehicle acquisition values.

**Keywords:** Economic Viability, Forest Logistics, Monte Carlo, Technique.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O setor florestal vem se destacando como uma importante atividade no agronegócio em decorrência do seu desempenho na movimentação da balança comercial brasileira. No ano de 2016, a receita proveniente das exportações do setor brasileiro de árvores plantadas alavancou o equivalente a US\$ 8,9 bilhões, atingindo 6,2% do PIB Industrial no país (IBÁ, 2017).

Por se tratar de um investimento de longo prazo, todas as etapas abrangentes do setor florestal merecem especial atenção quanto à viabilidade dos empreendimentos, otimização dos custos e logística de operação. Dentre as etapas pertinentes a esse setor, pode-se destacar o transporte florestal.

O transporte florestal se configura como a movimentação de madeiras dos pátios ou dos limites das estradas com o objetivo final o centro de processamento de madeira. No país, em sua grande maioria, 85%, a movimentação de cargas é feita pela modalidade rodoviária (MACHADO et al., 2011). Entre as grandes vantagens desse modal, destacam-se as condições satisfatórias de vias, incluindo rodovias federais e estaduais; baixo custo em relação ao valor de aquisição, possibilidade de escolha de rotas alternativas e diferentes capacidades de cargas oferecidas. Como desvantagens, percebe-se: custo elevado de depreciação rápida do equipamento, transporte de carga específica (somente madeira) e exclusividade de frete (MACHADO et al., 2011).

Em termos logísticos, o transporte florestal rodoviário precisa relacionar fatores determinantes para o sucesso de sua atividade. Nesse contexto, é importante definir o tipo de veículo escolhido para cada operação, as características, as condições das estradas e o planejamento operacional. A escolha e dimensionamento da frota devem considerar as condições locais de trabalho, as distâncias das rotas, os volumes e características da madeira transportada, buscando o melhor desempenho operacional e a otimização dos custos (PAINEL FLORESTAL, 2010).

A atividade de transporte florestal apresenta custos e investimentos elevados, o que torna essencial uma análise mais robusta contemplando fatores de risco que possam influenciar o resultado da atividade. Tal análise é fundamental para

subsidiar a tomada de decisão, para a geração de conhecimento e a formulação e/ou avaliação das variáveis indicadoras de risco no setor de transporte florestal.

Algumas pesquisas no setor florestal têm sido realizadas utilizando a avaliação de risco como metodologia para analisar a viabilidade e identificar as variáveis que podem promover prejuízos em seu empreendimento. Dentro das técnicas utilizadas, a simulação de cenários pela metodologia de Monte Carlo fornece ao usuário um método potente e exato que visa abordar as diversas incertezas relacionadas às atividades de um empreendimento (BENTES-GAMA et al., 2005; CASTRO et al., 2007; COELHO JÚNIOR; et al., 2008; CORDEIRO et al., 2010; FONSECA, 2013; SILVA et al., 2014; MOREIRA et al., 2017; SILVA et al., 2007). Porém avaliações como essas para o transporte florestal ainda se encontram escassas.

Considerando a expressividade econômica do setor de transporte florestal rodoviário, os altos índices de custos, graus elevados de investimentos e a escassez de trabalhos que respaldam esses cenários, vislumbra-se a importância da análise de significância dos riscos econômicos envolvidos na atividade em questão.

## 2. OBJETIVOS

Promover uma análise de viabilidade econômica e simulações de risco, pelo Método Monte Carlo, em diferentes cenários do transporte florestal rodoviário.

### 2.1 Objetivos Específicos

- Analisar os custos e receitas no transporte florestal rodoviário;
- Verificar a viabilidade econômica com base nos indicadores Valor Presente Líquido (VPL); Taxa Interna de Retorno (TIR); Valor Anual Equivalente (VAE); Custo Médio de Produção (CMP) e Razão Benefício Custo (RB/C);
- Realizar uma análise de risco e de sensibilidade utilizando a metodologia de Monte Carlo para o gerenciamento de risco para os diferentes cenários propostos.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Transporte Florestal**

Segundo Machado et al. (2000), o transporte florestal pode ser definido como a movimentação de madeiras dos pátios ou dos limites das estradas até o destino final, o centro consumidor. Para Albuquerque (2013), o transporte é considerado um dos serviços imprescindíveis para o desenvolvimento da maioria das atividades econômicas, sendo que é através dele que os insumos suprem as indústrias e os outros consumidores, além de ser, normalmente, elemento significativo no custo final dos produtos.

Três métodos predominam, segundo Machado et al. (2011), sendo estes: o fluvial, o rodoviário e o ferroviário. Com a evolução tecnológica, surgiram os métodos dutoviário e aeroviário, mas, por razões econômicas, ainda são pouco utilizados.

No Brasil, o transporte de carga é predominantemente realizado pelo modal rodoviário, sendo este responsável por 59% da carga transportada no país (MACHADO et al., 2011). No setor florestal, percebe-se, contudo, um cenário mais abrangente desta modalidade, respondendo por 85% de toda a carga transportada (SILVA et al., 2007).

O setor florestal é composto por duas fases de transportes da matéria-prima madeira; a primeira, conhecida como transporte primário ou extração, responsável pela condução da madeira dos talhões até os pátios intermediários ou margens das estradas, facilitando a entrada e o carregamento dos veículos, e a segunda fase é chamada de transporte principal, que vai do pátio intermediário até o local de estoque de matéria-prima da indústria (SOUSA, 2000). Existem várias modalidades de transporte para o segmento florestal, as quais serão descritas a seguir.

##### **3.1.1 Transporte florestal ferroviário**

É um sistema de transporte baseado em trens que são projetados sobre trilhos e acoplados em vagões (Figura 1). No Brasil, pouco se utiliza desta

modalidade, principalmente em razão da pequena disponibilidade de ferrovias próximas aos povoados florestais (ALBURQUEQUE, 2013).

De acordo com Machado et al. (2000), a principal vantagem deste sistema é a grande capacidade de carga do trem em relação ao seu consumo de energia e ao desgaste de seus equipamentos. Os maiores entraves para o uso deste sistema de transporte no Brasil, entre outros fatores, são: diversidade de bitolas, a pequena extensão relativa da rede ferroviária e sua inflexibilidade de rotas.



**Figura 1** – Transporte florestal ferroviário.

Fonte: Fibria, 2018.

### **3.1.2 Transporte florestal aeroviário**

O transporte florestal aeroviário pode ser realizado por meio de helicópteros e balões. Apesar de não ser uma realidade no Brasil, em virtude dos altos custos, consiste em uma técnica apropriada para áreas de difícil acesso (MALINOVSKI; MALINOVSKI, 1998) (Figura 2), proporcionando redução da malha viária florestal, atenuação de impactos ambientais e maior rapidez no deslocamento da carga, quando do uso de helicópteros.



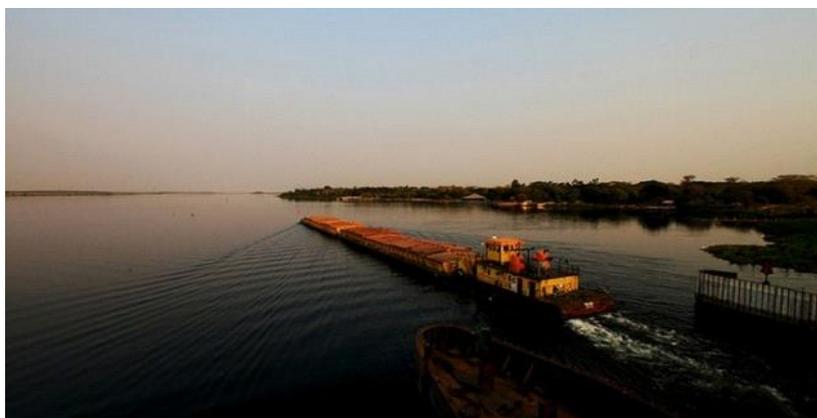
**Figura 2** – Transporte aeroviário de madeira.

Fonte: MACHADO et al., 2000.

### 3.1.3 Transporte florestal hidroviário

É uma modalidade que utiliza embarcações como navios, barcos e balsas, podendo ainda contar com a livre flutuação da madeira. As principais formas de transporte hidroviário correspondem ao marítimo (Figura 3) e fluvial (Figura 4).

Segundo Machado et al. (2000), as principais vantagens deste sistema são o baixo investimento inicial no preparo das vias e elevada capacidade de carga, sendo as desvantagens, a baixa velocidade de operação e limitações de canais de drenagem navegáveis.



**Figura 3** – Transporte florestal marítimo.

Fonte: Portaldoagronegocio.com.

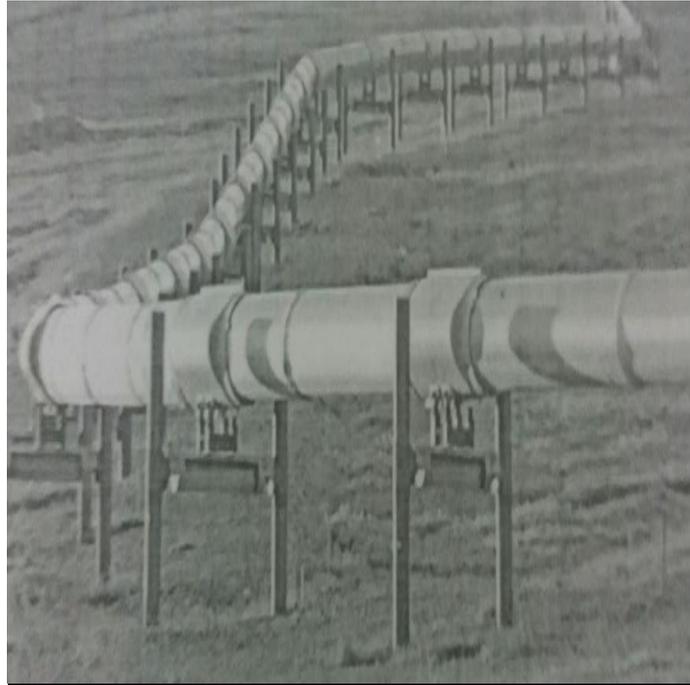


**Figura 4 – Transporte florestal fluvial**

Fonte: Agenciapara.com.br

#### **3.1.4 Transporte florestal dutoviário**

Transporte realizado por dutos onde o produto é deslocado por pressão, gravidade ou pelo arraste de um elemento transportador, normalmente realizado no interior de uma linha. Tem como vantagens o baixo custo operacional, pouca demanda de mão de obra e independência das condições climáticas. A principal desvantagem está relacionada com a pequena flexibilidade, em função de seus pontos de origem e destino serem fixos. Na área florestal este modal é especialmente utilizado para o transporte de celulose e cavaco, porém ainda não observado no Brasil (MALINOVSKI; MALINOVSKI, 1998) (Figura 5).



**Figura 5** – Cavacoduto utilizado no transporte de madeira.

Fonte: Machado et al., 2009.

### **3.1.5 Transporte florestal rodoviário**

Para Machado et al. (2011) e Silva et al. (2007), as grandes vantagens do modal rodoviário (Figura 6) referem-se à possibilidade do transporte de carga de pátio a pátio, condições satisfatórias de vias, incluindo rodovias federais e estaduais; baixo custo em relação ao valor de aquisição, possibilidade de escolha de rotas alternativas e diferentes capacidades de cargas oferecidas. Como desvantagens, destacam-se: depreciação rápida do equipamento, a especificação de carga e exclusividade de frete.

De acordo com os dados da pesquisa “Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura” (PEVS) (IBGE, 2011), a produção florestal brasileira somou R\$ 18,1 bilhões: 72,6% de participação da silvicultura (estabelecimento, desenvolvimento e reprodução de florestas), num total de R\$ 13,1 bilhões e 27,4% da extração vegetal (exploração dos recursos vegetais nativos), correspondentes a R\$ 5,0 bilhões, com uma produção de mais de 360 milhões de toneladas de produtos madeireiros e não madeireiros, os quais foram transportados, em quase sua totalidade, por caminhões.

Para Seixas (2001), a importância do transporte por caminhões é marcante, principalmente pela participação na composição do custo final da madeira posto-

fábrica. De acordo com Machado et al. (2009), alguns fatores contribuem para esta situação, tais como: distâncias de transporte, oferta de diferentes tipos de veículos, baixo valor de aquisição do equipamento quando comparado a outros modais existentes, dentre outros.



**Figura 6 – Bitrem**

Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

### **3.2 Fatores influentes no transporte rodoviário**

Diversos fatores influenciam o transporte de cargas pela modalidade rodoviária. Segundo Machado et al. (2011), as variáveis de maior destaque são: tipos de veículos, valor unitário do frete, distância de transporte, tempo de espera no carregamento e descarregamento, condições da malha rodoviária, capacidade de carga e os tipos de equipamentos de carregamento e descarregamento.

Para Alves et al. (2013), a distância entre o ponto de saída e o destino final, o padrão de qualidade das estradas e o sortimento da madeira são também fatores que interferem no desempenho dos veículos do transporte.

Uma desvantagem desse modal é a especificidade de carga e exclusividade de frete, o que possibilita o veículo operar carregando apenas em um sentido. Isso faz com que os custos se tornem maiores em relação a outros tipos de transportes de carga (MACHADO et al., 2011), configurando um risco para a atividade. Em virtude dessa característica, o transporte florestal de madeira tende a ter maiores unidades de volume do que outros setores dos transportes (SEIXAS, 2001).

Burla (2001) relata que, no caso exclusivo do transporte florestal rodoviário, um dos fatores que pode ser crucial é o desgaste prematuro das estradas florestais, aspecto este capaz de proporcionar um maior consumo de pneus e peças, contribuindo de forma negativa para a velocidade de deslocamento, bem como para o aumento dos custos operacionais.

Por conter diferentes capacidades de cargas e rotas possíveis pela modalidade rodoviária, o planejamento inadequado e a escolha errada do veículo podem se tornar agravantes para o transporte florestal (ALVES et al., 2013). O mesmo autor relata ainda que existe uma grande dificuldade para os profissionais da área devido a falta de pesquisas e orientações referentes ao desempenho e otimização da logística florestal. A rapidez nos fluxos de transporte, a crescente competitividade dos mercados, as exigências de padrões de qualidade e as expectativas da sociedade em relação ao meio ambiente são os principais fatores que respaldam a necessidade de estudos sobre logística no transporte de madeira (SOUSA, 2000; CRUZ, 2012).

### **3.2.1 Estradas Florestais**

A grande maioria do transporte florestal do país é realizada pela modalidade rodoviária, isso se deve a alguns fatores, dentre os quais se destacam a extensa malha viária e o baixo valor de instalação de estradas em relação a outros modais existentes (MACHADO et al., 2009).

Para Zagonel et al. (2008), a rede viária é um elemento fundamental na implantação de um empreendimento florestal, pois é utilizada desde a abertura da área para o preparo do solo, servindo também de acesso ao povoamento, para as operações de manejo e proteção florestal.

Segundo Machado (2013), a estrada rural e florestal é o meio de ligação entre as áreas rurais e urbanas, comumente denominadas de estradas de terra. Servem para escoar produtos agrícolas e florestais, além de proporcionar aos moradores do campo acesso aos serviços de educação, saúde e lazer disponíveis nas cidades.

De acordo com Corrêa et al. (2006), a rede viária está diretamente relacionada com os aspectos de produção e fornecimento, sendo indispensável para as atividades de silvicultura. Os mesmos autores afirmam que a composição da rede

viária de uso florestal é definida em função do tráfego associado às características técnicas, podendo ser classificada em: estradas primárias, estradas secundárias, divisoras, contorno, estradas terciárias, aceiros, trilhas, ramais ou caminhos de máquinas.

Nos últimos anos a malha viária florestal tem ganhado destaque devido à grande quantidade de madeira transportada no país. Os veículos de transportes também evoluíram de forma a atender os aspectos logísticos do segmento. A rede viária se readequou, visando melhorar a eficiência e todo o processo produtivo (Souza, 2016), com planejamento e otimização dos processos de construção e manutenção.

Zagonel et al. (2008) afirmam que o macroplanejamento da rede viária de uso florestal dá-se na ocasião da colheita de madeira, onde a densidade de estradas e caminhos aumenta expressivamente para permitir as operações de extração, resultando numa rede viária complementar.

Segundo Souza (2016), o planejamento da rede viária deve ser realizado buscando fornecer o acesso às áreas de produção, permitindo o escoamento da madeira de forma eficiente, a otimização dos processos, minimização de custos e atendimento às demandas operacionais, contemplando também as questões sociais e ambientais, no entanto a falta de planejamento e a construção exagerada de estradas podem ocasionar em um investimento excessivo em estradas e perda de área produtiva.

A maioria das empresas do setor florestal que possui frota própria acaba optando por um modal rodoviário com maior capacidade de carga, observando as limitações quanto à qualidade do pavimento e a capacidade de aclave de cada caminhão (SEIXAS, 2001), buscando, contudo, equacionar os custos de transporte. Dessa forma, medidas de controle ou projetos de prevenção deverão estar contemplados no planejamento de estradas, visando à sustentabilidade do transporte, com custos mais acessíveis para projetos florestais localizados a maiores distâncias em relação ao centro consumidor.

### 3.2.2 Binômio Estrada x Transporte

De acordo com Lopes et al. (2002), houve um aumento considerável das exigências referentes às condições das estradas florestais devido ao aumento do volume de tráfego de veículos de alta tonelagem; aumento das distâncias de transporte em rodovias de baixa qualidade; necessidades de trafegabilidade durante o ano todo e de estradas com maior vida útil. Neste contexto, a malha viária adquiriu uma grande importância para a atividade florestal, uma vez que os custos do binômio estrada-transporte interferem significativamente sobre o valor final da madeira.

O planejamento do transporte é de grande relevância, tendo que levar em conta características relativas à carga transportada, como também o tipo e o estado de conservação das vias existentes e o material de construção empregado nas mesmas. No caso florestal, o planejamento das operações terá êxito se as estradas atingirem um padrão técnico adequado às exigências das demandas. Entretanto, o padrão comum de construção da malha viária florestal é, frequentemente, muito simples, tornando-a sensível às influências climáticas e mais dependente de um planejamento criterioso (SCANDELARI, 2015). A manutenção adequada e constante das estradas florestais é de extrema importância para minimizar a deterioração da mesma, o que resultaria na elevação de custos operacionais dos veículos, no número de acidentes, reduzindo a confiabilidade nos serviços de transporte.

Dentre os parâmetros que devem ser em primeiro momento definidos quando se trata de um projeto de construção de estradas florestais é o padrão estabelecido para o empreendimento, especialmente através de suas geometrias horizontal e vertical, da qualidade da superfície da pista de rolamento e da largura, visto que influencia os custos de construção e do transporte. Isso se deve ao fato de que os custos envolvidos na construção e manutenção de estradas florestais de padrão elevado podem não superar o valor do material lenhoso a ser retirado do talhão, razão pela qual não se justifica, na maioria dos casos, empregar-se revestimentos asfálticos, que garantem um maior desempenho do transporte florestal com menor consumo de combustível e gasto de pneus, porém o investimento não supera as receitas (MACHADO et al., 2003).

Em geral, os fatores determinantes do transporte florestal rodoviário relacionam-se à competência da empresa na área florestal, que inclui a definição do modelo logístico operacional, o desempenho dos veículos e equipamentos utilizados e seus custos. Nesse contexto, é importante definir o tipo de veículo escolhido para cada operação, as características e condições das estradas, o planejamento de trabalho e os fatores humanos. A escolha e dimensionamento da frota deve considerar as condições locais de trabalho, as distâncias das rotas, os volumes e características da madeira transportada, buscando o melhor desempenho operacional e a otimização dos custos (PAINEL FLORESTAL, 2010).

### **3.2.3 Custos**

Segundo Berger et al. (2003), o transporte de madeira é considerado uma das atividades mais onerosas dentro de um empreendimento florestal. Tal atividade pode apresentar complexidade no seu processo, em virtude do grande número de variáveis que podem afetar consideravelmente os lucros, como: distâncias entre o local do povoamento e o pátio da empresa de processamento da madeira, condições climáticas, custos com manutenção e combustíveis, tarifas, pneus, qualidade da malha viária, entre outros, tornando assim necessário um planejamento que busque diminuir os custos e aumentar a produtividade.

O fator que mais contribui para o aumento dos custos operacionais é o desgaste prematuro das estradas florestais, por acarretar maior consumo de pneus e peças, e contribuir de forma negativa à velocidade de deslocamento (BURLA, 2001). Para Silva et al. (2007), a madeira é um produto que possui valor específico baixo, ou seja, se tratando da relação entre seu volume e seu peso, o valor é baixo. Além dessa baixa relação, o valor pago pelo transporte oscila diretamente com o caminho percorrido. Assim, faz-se necessário um planejamento detalhado sobre a localização da fábrica e dos reflorestamentos para que sejam tomadas decisões estratégicas. Segundo Leite (1992), a distância é um dos fatores que mais sensibiliza o custo de transporte e este oscila de acordo com a localização da fábrica em relação às áreas de produção da madeira.

Machado e Lopes (2000), utilizando simulação de cenários no transporte, constataram redução 11,10% no custo, com aumento de desempenho dos veículos

em até 10,0%. Segundo Silva et al. (2003), Bramucci e Seixas (2014), o aperfeiçoamento das técnicas de transporte da madeira torna-se cada vez mais necessário para o aumento da eficiência operacional, produtividade e redução de custos de produção, contribuindo para a melhoria do processo produtivo e maior competitividade das empresas florestais.

Freitas et al. (2004) realizaram um estudo comparativo utilizando três metodologias para o cálculo de custo operacional de veículos de transporte florestal. O custo operacional no método FAO América do Norte foi igual a US\$ 50,47/he, no método FAO/ECE/KWF, obteve-se um valor de US\$ 43,37/he, já no método Battistella/Scânia, os autores encontraram uma importância referente a US\$ 33,80/he. O método FAO América do Norte foi o mais expressivo em termos de custo operacional, sendo o mais indicado no caso em estudo, em razão, principalmente, da grande aproximação em relação ao custo real de transporte de madeira para celulose (48,76 US\$/he).

Lopes et al. (2002) realizaram uma classificação de estradas florestais e estimativas de seus respectivos custos de construção através da combinação de índices de qualidade. O trabalho em questão apontou, de forma hierarquizada, 20 diferentes classes de estradas com a respectiva velocidade operacional do veículo de transporte e 120 diferentes tipos de estradas com seus respectivos custos de construção. Foram observadas três categorias de estradas: principais, secundárias e terciárias, cuja estimativa de custos de construção foi R\$ 9.050,00, R\$ 4.050,00 e R\$ 2.937,00 km<sup>-1</sup>, respectivamente.

Segundo Baesso e Gonçalves (2003), a manutenção de estradas rurais em leito natural custa aproximadamente US\$ 890 km/ano. Já a manutenção de estradas parcialmente revestidas custa em média US\$ 840 km/ano, e a manutenção em estradas rurais adequadas custa aproximadamente US\$ 540 Km/ano.

### **3.3 Indicadores para análise de projetos florestais**

Para avaliação de projetos florestais é necessário levar em consideração a variação do capital investido no tempo, ou seja, leva-se em conta uma taxa desconto, necessária para atualizar os fluxos de caixa e tornar comparáveis os

custos e receitas que ocorrem em pontos diferentes do tempo (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

O transporte rodoviário de madeira se configura como um projeto florestal de alto valor de investimento, sendo necessário um adequado planejamento visando à viabilidade da atividade e uma otimização de seus custos. Dentre as desvantagens do modal rodoviário, pode-se destacar a depreciação rápida do equipamento (média de 10 anos) e a especificação de carga e exclusividade de frete (MACHADO et al., 2011). Essas características fazem com que análises econômicas que levam em consideração o capital ao longo do tempo se tornem imprescindíveis e norteiem a tomada de decisão do investidor, aprimorando os investimentos no horizonte de planejamento e a vida útil da máquina.

De acordo com Silva et al. (2005), os principais métodos de análise econômica para avaliação de projetos florestais são: Valor presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Periódico Equivalente ou Valor Anual Equivalente (VPE ou VAE), Razão Benefício Custo (RB/C) e Custo Médio de Produção (CMP).

### 3.3.1 Valor Presente Líquido – VPL

A análise aferida pelo VPL pode ser definida pela soma dos valores descontados das receitas, subtraída pela soma dos custos descapitalizados. A viabilidade do projeto pelo método é indicada pela diferença positiva entre as receitas e os custos. Quanto maior o valor positivo do VPL mais atrativo se torna o projeto, quando o mesmo se apresentar negativo significa que o projeto é economicamente inviável (REZENDE e OLIVEIRA, 2013). Para o cálculo do valor presente líquido, utiliza-se a seguinte equação 1:

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

Em que:  $R_j$  = receitas no período  $j$ ;  $C_j$  = custos no período  $j$ ;  $i$  = taxa de desconto;  $j$  = período de ocorrência de  $R_j$  e  $C_j$ ;  $n$  = duração do projeto, em anos.

### 3.3.2 Taxa Interna de Retorno – TIR

É a taxa de retorno do capital investido (SILVA et al., 2005). O critério da TIR está associado a estudos de viabilidade econômica em que se busca verificar se a rentabilidade do empreendimento é superior, inferior ou igual ao custo do capital que será utilizado para financiar o projeto. Para assegurar viabilidade, ao projeto, a TIR deve ser superior TMA – taxa mínima de atratividade, de acordo a equação 2:

$$\sum_{j=0}^n R_j (1 + TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j (1 + TIR)^{-j} \quad (2)$$

Em que: índices já definidos

### 3.3.3 Valor Periódico Equivalente ou Valor Anual Equivalente (VPE ou VAE)

É a parcela periódica, constante, necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise ao longo de sua vida útil, ou seja, transforma o valor total do projeto em fluxos de caixas periódicos (SILVA et al., 2005). Para configurar viabilidade, o projeto deve apresentar VPE superior a zero, segundo a Equação 3:

$$VAE = \frac{VPL[(1+i)^{-t}-1]}{[1-(1+i)^{-nt}]} \quad (3)$$

Em que: t = período de tempo (anos).

### 3.3.4 Razão Benefício Custo (RB/C)

Refere-se ao critério que estabelece a relação entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos. Caso RB/C seja maior que um, o projeto é viável. Essa razão pode ser ilustrada por meio da Equação 4:

$$RB/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}} \quad (4)$$

Em que: índices já definidos.

### 3.3.5 Custo Médio de Produção (CMP)

O custo médio de produção faz referência ao custo de produção de cada unidade padrão produzida. Obtém-se dividindo o valor atual do custo pela produção total equivalente (SILVA et al., 2005). O projeto será viável se o CMP for inferior ao valor de mercado do produto, conforme a Equação 5.

$$CMP = \frac{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n PT (1+i)^{-j}} \quad (5)$$

Em que: PT= produção total ocorrida no período j.

### 3.4 Análises de Risco

O risco, em seu sentido fundamental, é a possibilidade de prejuízo financeiro ou, mais formalmente, a variabilidade de retornos associada a determinado ativo (NOCE et al., 2005). Gitman (2001) entende risco como a possibilidade de o resultado real diferir do esperado, geralmente aliado a uma perda financeira.

Para Simioni e Hoeflich (2006), o ambiente econômico tem se mostrado dinâmico, com significativas transformações, sobretudo a partir dos anos 90, tornando o processo de tomada de decisão mais complexo por envolver um futuro incerto. Para planejar e decidir, os agentes econômicos precisam reduzir as incertezas, representadas pelo complexo ambiente econômico, transformando-as em risco. No transporte florestal podem ser citados alguns fatores que conferem risco à lucratividade do empreendimento, como o valor unitário do frete, distância de transporte, condições da malha rodoviária, capacidade de carga, produtividade do equipamento em relação ao clima e condições do operador. Para Fonseca (2013), além desses fatores, há também o aspecto mercadológico, que tem se mostrado bastante inconstante ao longo dos anos.

Segundo Bentes-Gama et al. (2005), uma forma adequada é adotar uma análise em condições de risco, utilizando distribuições de probabilidades associadas aos indicadores de desempenho do projeto.

De acordo com Casarotto e Kopittke (2000), as três alternativas de soluções de problemas sob condições de incerteza ou risco são: uso de regras de decisão às matrizes de decisão; análise de sensibilidade; e a simulação.

Enquanto o uso por regras de decisão e análise de sensibilidade permitem obter resultados com análises limitadas, a técnica de simulação permite obter resultados com oscilações de mais de uma variável, sendo possível identificar as variáveis que afetam os resultados e mensurá-las por sua probabilidade de ocorrência (SIMIONI; HOEFLICH, 2006).

Segundo Corrar (1993), a técnica de simulação é uma ferramenta que possibilita trabalhar com as várias formas de distribuição de probabilidades e de dependência entre as variáveis. Nos modelos probabilísticos, a simulação emprega as variáveis de entrada, processa as informações no modelo específico e obtém as distribuições de probabilidade de variável de saída.

A simulação de Monte Carlo como ferramenta para análise quantitativa de risco está cada vez mais sendo incorporada ao setor florestal, devido ao segmento ter características de investimentos de médio e longo prazo, que envolvem um alto capital imobilizado na implantação do projeto (COELHO JÚNIOR et al., 2008). Algumas pesquisas já no setor florestal têm sido realizadas utilizando a técnica de simulação pelo método de Monte Carlo, a qual fornece ao usuário um método potente e exato que visa abordar as diversas incertezas relacionadas às atividades de um empreendimento (BENTES-GAMA et al., 2005; CASTRO et al., 2007; COELHO JÚNIOR et al., 2008; CORDEIRO et al., 2010; FONSECA, 2013; SILVA et al., 2014).

Castro et al. (2007) promoveram análise de risco com a metodologia de Monte Carlo, tendo como objetivo analisar a viabilidade econômica de produtividade de carvão vegetal em florestas plantadas de eucalipto em condições determinísticas e de risco no estado de Minas Gerais. Os resultados da simulação mostraram que existe cerca de 30% de chances dos valores de VPL serem negativos, promovendo assim inviabilidade econômica do projeto.

Silva et al. (2014) avaliaram a viabilidade econômica e as condições de risco para plantios de candeia (*Eremanthus erythropappus*) em diferentes rotações e em quatro tratamentos relacionados ao espaçamento. Neste sentido, o espaçamento 1,5 x 3,0 m foi o que se apresentou mais viável do ponto de vista econômico, tendo

assim, um nível de risco menor que os outros espaçamentos avaliados. Para a idade de 15 anos, os dados do VPL se apresentaram num percentual de 50% abaixo do valor de R\$ -80,29, configurando risco para a atividade.

Moreira et al. (2017) observaram o impacto da distância de transporte no risco e retorno econômico de um sistema de produção de eucalipto, com análises de simulações para avaliar as incertezas, bem como o impacto na sua rentabilidade esperada, na região de Itapeva, São Paulo. O risco foi avaliado considerando três cenários de distâncias de transportes (20 km, 30 km e 40 km) e observaram 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.

Silva et al. (2007) avaliaram seis tipos diferentes de composição de carga do modal rodoviário em relação à viabilidade econômica e à distância máxima de transporte de madeira. Os respectivos autores observaram viabilidade econômica para todas as composições, com distâncias variando entre 155 e 226 km, para o caminhão-truck e o rodotrem, respectivamente. O preço da madeira foi a variável que mais influenciou a distância máxima de transporte.

Visando minimizar o risco nos processos de tomadas de decisões no âmbito econômico, o método de Monte Carlo tem se destacado dentre as alternativas existentes como uma ferramenta útil e poderosa nesse tipo de análise. Esse método tem sido aplicado nos casos onde há uma distribuição de probabilidades das variáveis envolvidas, possível de ser captada através de uma representação probabilística (COELHO JUNIOR et al., 2008).

O método de Monte Carlo (MC) apareceu oficialmente no ano de 1949, com o artigo "The Monte Carlo Method", de autoria dos matemáticos Jon Von Neumann e Stanislaw Ulan. Este método permite simular qualquer processo cujo andamento depende de fatores aleatórios ou em problemas matemáticos que não tenham ligação com questões aleatórias (FERNANDES, 2005).

Para Costa e Azevedo (1996) apud Bruni et al. (1998), esse método consiste em simular variáveis inicialmente selecionadas no fluxo de caixa e calcular os novos indicadores econômicos. Por meio deste método, são gerados valores aleatórios para as variáveis expostas às incertezas, seguindo distribuições de probabilidade

determinadas previamente. O grupo de dados resultante pode ser analisado estatisticamente e promove informações que auxiliam em uma avaliação mais exata de projetos.

Para Gonçalves (2014), a dificuldade do método consiste em estimar as relações existentes entre as variáveis, definir as distribuições de probabilidade que melhor representam cada variável e em interpretar a saída dos dados. Alguns programas da Palisade (2002) se tornam úteis no auxílio da interpretação dessas informações. O Decision Tools Suite é um conjunto integrado de programas para análise de risco e tomada de decisão em situações em que existem incertezas. O programa é executado no Microsoft Excel. O Decision Tools Suite inclui o @RISK, que faz análise de risco no Excel usando simulação de Monte Carlo.

Segundo Fonseca (2013), o software @Risk é um programa que realiza a análise de risco através de simulação de Monte Carlo, em interface com o Excel, adequando as incertezas que envolvem as variáveis de uma modelagem a uma probabilidade do evento das mesmas. O programa realiza os cálculos, permitindo rastrear uma variação de possíveis cenários futuros. Assim, apresenta as probabilidades e riscos que envolvem o projeto em análise. Com base nestas informações é possível tomar as melhores decisões em situações de incertezas.

Para a análise de sensibilidade, também conhecida por “What-if”, pode ser utilizado o programa “Top Rank” da Palisade, que também utiliza a plataforma do “Excel” como base. Ao fazer as análises, o programa cria funções de variação nos valores que compõem a planilha para identificar as variáveis mais impactantes no custo final de cada sistema (PALISADE CORPORATION, 2017). De acordo Silva e Belderrain (2004), para um decisor, essa técnica torna-se bastante útil, pois o mesmo pode focar sua atenção nas variáveis que realmente são vitais para o resultado final.

#### 4. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. M. R. **Avaliação econômica de diferentes composições veiculares empregadas no transporte rodoviário de madeira:** estudo de caso. São Paulo-SP: UNESP, 2013, 53 p. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Estadual Paulista, Itapeva, 2013.

ALVES, R. T.; FIEDLER, N. C.; SILVA, E. N.; LOPES, E. S.; CARMO, F. C. A. Análise técnica e de custos do transporte de madeira com diferentes composições veiculares. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 5, p. 897-904, 2013.

BAESSO, D. P.; Gonçalves F. L. R. **Estradas Rurais – Técnicas adequadas de manutenção.** Florianópolis: DER, 2003, 236 p.

BENTES-GAMA, M. M. B.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'Oeste – RO. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 401-411, 2005.

BERGER R.; TIMOFEICZYK JÚNIOR, R.; CARNIERI, C.; LACOWICZ. P. G.; SAWINSKI JUNIOR, J.; BRASIL, A. A. Minimização de custos de transporte florestal com a utilização da programação linear. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v. 33, n. 1, p. 53-62, 2003.

BRAMUCCI, M.; SEIXAS, F. Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-sp, n. 62, p. 62 - 74, 2014.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J. O. Análise do Risco na Avaliação de Projetos de Investimento: Uma Aplicação do Método de Monte Carlo. **Caderno de Pesquisa em Administração da USP**, São Paulo-SP, v. 1, n. 6, 1998.

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do “harvester” na colheita do eucalipto.** Viçosa-MG: UFV, 2008, 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B. H. **Análise de investimentos.** São Paulo: Atlas, 2000, 458 p.

CASTRO, R. R. et al. Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras-MG, v. 13, n. 4, p. 353-359, out./dez. 2007.

COELHO JÚNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D.; COIMBRA, L. A. B.; SOUZA, A. N. Análise de investimento de um sistema agroflorestal sob situação de risco. **Cerne**, Lavras-MG, v. 14, n. 4, p. 368-378, out./dez. 2008.

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Rentabilidade e risco de investimento na produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Cerne**, Lavras-MG, v. 16, n. 1, p. 53-59, jan./mar. 2010.

CORRAR, J. L. **O modelo econômico da empresa em condições de incerteza: aplicação do método de simulação de Monte Carlo**. São Paulo: FIPECAFI, 1993, 11 p.

CORRÊA, C. M. C.; MALINOVSKI, J. R.; ROLOFF, G. Bases para o planejamento de rede viária em reflorestamento no Sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 36, n. 2, p. 277-286, 2006.

CRUZ, L. T. C. **Avaliação técnica e econômica de trator autocarregável no transporte principal de madeira de *Tectona grandis* L.f. em Mato Grosso**. Cuiabá-MT: UFMT, 2012. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais). Universidade Federal do Mato Grosso, 2012.

FERNANDES, C. A. B. A. **Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação de Monte Carlo**, 2005, 6 p.

FREITAS, L. C.; MARQUES, G. N.; SILVA, M. L.; MACHADO, R. R., MACHADO, C. C. Estudo Comparativo Envolvendo Três Métodos de Cálculo de Custo Operacional do Caminhão Bitrem. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, p. 855-863, 2004.

FONSECA, D. A. **Avaliação de risco da produção de carvão vegetal em propriedades rurais no Alto Jequitinhonha**. Diamantina-MG: UFVJM, 2013, 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2013.

GONÇALVES, J. C. **Análise de risco aplicada à determinação da rotação econômica**. Lavras-MG: UFLA, 2014, 89. p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras, 2014.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. São Paulo: Harbra, 2002, 841 p.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Agências de notícias. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/14329-asi-pevs-2011-produtos-madeireiros-de-florestas-plantadas-com-r-130-bi-lideram-valor-da-producao-florestal-brasileira-r-181-bi.html>  
Acesso em: 20 mar. 18.

LEITE, A. M. P. **Análise dos fatores que afetam o desempenho de veículos e o custo de transporte de madeira no distrito florestal do Vale do Rio Doce, MG**. Viçosa-MG: UFV, 1992, 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1992.

LOPES, E. D. MACHADO, C. C. SOUZA, A. P. Classificação e custos de estradas em florestas plantadas na região sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 329-338, 2002.

MALINOVSKI, J. R.; MALINOVSKI, R. A. **Evolução dos sistemas de colheita de pinus na região sul do Brasil**. Curitiba-PR: FUPEF, 1998, 138 p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M. H. B.; MACHADO, R. R. **Transporte Rodoviário Florestal**. 2. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2011, 217 p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M. H. **Elementos básicos do Transporte Florestal Rodoviário**. 2. ed. Viçosa-MG: UFV, 2009, 167 p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Cerne**, Lavras-MG, v. 6, n. 2, p. 122-127, 2000.

MACHADO, C. C.; PEREIRA, R. S. Estradas florestais: o fator determinante do transporte rodoviário florestal. **Revista da Madeira**, n. 73, jul. 2003.

MACHADO, C. C. **Construção e conservação de estradas rurais e florestais**. Viçosa: UFV, 2013, 441 p.

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**, v. 38, p. 77-89, 2017.

NOCE, R.; SILVA, M. L.; SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A. Análise de risco e retorno do setor florestal: produtos da madeira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 77-84, 2005.

PAINEL FLORESTAL. **A logística operacional do transporte rodoviário de madeira**. Logística - 06/11/2010. Disponível em: <http://www.painelflorestal.com.br/arquivo/a-logistica-operacional-do-transporte-rodoviario-de-madeira028b7996ba791a1f81984e8109c71aa4>. Acesso em: 20 mar. 18.

PALISADE CORPORATION. **Risk analysis and simulation add-in for Microsoft Excell or Lotus 1-2-3**. New York: Palisade Corporation, 2002.

PALISADE CORPORATION. **Análise de Sensibilidade “What If” Automatizadas em Planilhas**. Disponível em: <http://www.palisade-br.com/toprank/> Acesso em: 10 dez. 2017.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, 386 p.

SEIXAS, F. Novas tecnologias no transporte rodoviário de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5., 2001, Porto Seguro. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade de Investigação Florestal, 2001, p. 1-27.

SILVA, R. M; BELDERRAIN, M. C. N. Considerações sobre Análise de Sensibilidade em Análise de Decisão. In: **Anais...** XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, São João Del Rei, v. 1, 2004.

SILVA, C. B.; SANT ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do feller-buncher utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

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

SILVA, M. L. da; MIRANDA, G. M. Custos. In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2002, p. 215-242.

SILVA, M. L; OLIVEIRA, R. J; VALVERDE, S. R; MACHADO, C. C; PIRES, V. A. V. Análise do custo e do raio econômico de transporte de madeira de reflorestamentos para diferentes tipos de veículos. **Revista Árvore** (Impresso), v. 31, p. 1073-1079, 2007.

SILVA, C. S. J; OLIVEIRA, A D.; COELHO JUNIOR, L. M.; SCOLFORO, J. R. S.; SOUZA, A. N. Viabilidade econômica e rotação florestal de plantios de candeia (*Eremanthus erythropappus*), em condições de risco. **Cerne**, v. 20, p. 113-122, 2014.

SIMIONI, F.J.; HOEFLICH, V. A. Avaliação de risco em investimentos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 52, p. 79-92, 2006.

SOUSA, R. A. T. M. **Análise do fluxo de transporte rodoviário de toras curtas de eucalipto para algumas indústrias de celulose e de chapas de composição no Estado de São Paulo**. Piracicaba-SP: USP, 2000, 115 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/sousa,ratm.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.

SOUZA, F. L. **densidade de estradas em povoamentos de *Pinus taeda* I. em regime de desbastes e corte raso**. Lages-SC: UESC, 2016, 126. p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, 2016.

ZAGONEL, R.; CORRÊA, C. M. C.; MALINOVSKI, J. R. Densidade ótima de estradas de uso florestal em áreas de relevo plano em povoamentos de *Pinus taeda* no planalto catarinense. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 77, p. 33-41, 2008.

## 5. CAPÍTULOS

### **CAPÍTULO 1: VIABILIDADE ECONÔMICA, ANÁLISE DE RISCO E DE SENSIBILIDADE NA ATIVIDADE DE TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO**

#### **Resumo**

A atividade de transporte florestal pode apresentar graus elevados de investimentos e altos índices de custos, configurando risco à atividade, o que torna essencial uma análise que contemple fatores de risco que possam influenciar o resultado. Objetivou-se com este estudo realizar análises econômicas, simulações de risco e projeções de sensibilidade na atividade de transporte rodoviário florestal. O estudo foi conduzido em uma empresa do setor florestal que realiza o transporte de madeira para a produção de carvão vegetal, localizada no litoral norte da Bahia. A frota utilizada constituiu-se, em sua totalidade, de caminhões Bitrens. Estimou-se os custos operacionais pela metodologia da FAO. As análises econômicas foram projetadas com base nos seguintes parâmetros: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Periódico Equivalente (VPE). Foram utilizados como suporte para as análises os softwares @Risk e Top Rank, respectivamente, para gerenciamento de risco e avaliações de sensibilidade. O custo operacional do transporte com o bitrem foi de 60,97 h<sup>-1</sup>. A atividade apresentou-se viável economicamente para o VPL (US\$ 145.699,97 por ano); TIR (31,55% por ano) e VPE (US\$ 21.226,44). Houve indicativo de risco caso ocorra oscilações do mercado numa margem de 20%, apresentando 22,4% de valores referentes ao VPL negativos. Na análise de sensibilidade, as variáveis que apresentaram grande influência no VPL foram: valor do frete, número de viagens e o valor de aquisição do veículo.

**Palavras-chave:** Análise Probabilística, Bitrem, Técnica de Monte Carlo.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor florestal desempenha uma importante função no cenário econômico do país, sendo responsável atualmente por 6,2% do PIB Industrial brasileiro (IBÁ, 2017). Dentre as atividades envolvidas em um empreendimento florestal, destaca-se o transporte de madeira, constituindo-se em elemento essencial na composição dos dispêndios inerentes à produção, podendo impactar em até 50% dos custos totais da madeira posta no centro consumidor, sendo um dos mais onerosos dentro da atividade (BERGER et al., 2003; MACHADO et al., 2011). Tal atividade pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles a distância entre o ponto de saída e o destino, o padrão de qualidade das estradas, os tipos de veículos, o carregamento e descarregamento e o sortimento da madeira, além de outros fatores que interferem no desempenho dos veículos do transporte (MACHADO et al., 2009; ALVES et al., 2013).

No setor de transporte florestal, muitas são as variáveis que podem potencializar os riscos do empreendimento como, por exemplo, mudança da política interna com alterações das taxas de juros, aumento do custo do combustível, aumento dos encargos e valores de pedágios, alterações nos valores do frete, distâncias entre os plantios e o centro consumidor, condições climáticas e custos com manutenção e pneus. De acordo com Silva et al. (2003) e Bramucci e Seixas (2014), o aperfeiçoamento das técnicas de transporte da madeira torna-se cada vez mais necessário para o aumento da eficiência operacional, da produtividade e redução de custos de produção, contribuindo para a melhoria do processo produtivo e maior competitividade das empresas florestais.

Dada a diversidade de fatores influentes e o significativo impacto dos custos de transporte na cadeia produtiva do setor florestal, vislumbra-se a importância de uma análise econômica consistente que possa contemplar simulações de risco e projeções de sensibilidade. A atividade de transporte florestal pode apresentar graus elevados de investimentos e altos índices de custos, configurando risco à atividade, o que torna essencial uma análise que contemple fatores de risco que possam influenciar o resultado final. Tal análise é fundamental para subsidiar a tomada de

decisão, para a geração de conhecimento e a formulação e/ou avaliação de políticas no setor florestal.

Dessa forma, objetivou-se com este estudo realizar análises econômicas, simulações de riscos e projeções de sensibilidade, na atividade de transporte rodoviário florestal, em uma empresa localizada no litoral norte da Bahia, que utiliza como composição veicular de carga caminhões Bitrens para o transporte de madeira.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do estudo**

A pesquisa foi conduzida em uma empresa do setor florestal, localizada no litoral norte da Bahia, a qual realiza o transporte de madeira com auxílio do caminhão bitrem (composição: cavalo mecânico + dois semirreboques). Os caminhões são compostos pelo cavalo mecânico da Mercedes AXOR 2831 e os semirreboques são da FACCHINI e RANDON.

A distância entre os talhões e destino da madeira (fornos) são em média 10 quilômetros. A estrada é de uso exclusivo da empresa, utilizada basicamente para o transporte de madeira, sendo a mesma sem pavimentação, porém em boas condições de tráfego. São realizadas, em média, seis viagens por dia para cada caminhão, sendo empregados, no total, 16 veículos de transporte. Cada caminhão transporta, em média, 55 metros cúbicos de madeira por viagem, apresentando um ciclo de 62 minutos em uma viagem completa, sendo: 15 minutos no carregamento, 20 minutos na viagem de ida (carregado), 12 minutos de descarregamento e 15 minutos na viagem de retorno (descarregado).

### **2.2 Análises de custos e receitas**

A estimativa de custo operacional para a composição veicular de carga avaliada, caminhão bitrem, foi realizada segundo a metodologia da FAO (Food and agriculture Organization of the United Nations – 1956), proposta por Freitas et al. (2004) para transporte florestal e adaptada para a realidade do estudo, conforme descrito abaixo (Tabela 1).

**Tabela 1 – Itens de custos envolvidos na atividade de transporte florestal e suas respectivas fórmulas**

	Itens de Custo	Fórmula		Itens de Custo	Fórmula
Fixos	Juros (J)	$J = \frac{Va * i * f}{hf}$	Variáveis	Combustível (Ccb)	$Ccb = \frac{km(total)}{consumo} * preço\ do\ combustível$
	Seguros (S)	$S = \frac{Sa}{hf}$		Graxas e lubrificantes (G.L)	$G.L = Ccb * 0,2$
	Impostos (I)	$I = \frac{I}{hf}$		Manutenção e conserto	$Co = \frac{Va}{ht * hv}$
	Depreciação (D)	$D = \frac{(Va - Vr)}{H}$		Custo de pneu (Cp)	$hv = hf(1 - \frac{TE}{TV + TE})$
					$Cp = \frac{B}{t * hv} + \frac{(T + B)(T * HV - N)}{N * T * hv}$
	Custo de mão de obra (CMD)				$CMD = \frac{B12 * Sm(1 + S)}{hf}$
	Custos Administrativos (CAD)				$CAD = (J + S + I + D + Ccb + G.L + Co + Cp + CMD) * 8,09\%$

Em que; Va = valor de aquisição da composição veicular de carga; i = taxa anual de juros (7,50% a.a); f = fator que corrige o valor do equipamento (6,0%); hf = hora efetiva de trabalho, Sa = valor do seguro anual; I = Valor do Imposto sobre a propriedade de veículos automotores – IPVA e do Licenciamento do veículo; Vr = valor residual (Va\*0,10); H = vida econômica da máquina, expressa em horas efetivas de trabalho, Km (total) = quilometragem total; consumo = litros consumidos de acordo a quilometragem, 0,2 = representa um índice percentual do custo do combustível, t = vida útil do veículo; hv = hora efetiva de viagem por ano, TE = tempo de espera; TV = tempo de viagens; B = corresponde a 50% do custo de substituição do jogo de pneus; T = custo de substituição de um jogo de pneus; N = vida útil dos pneus, em horas, B12 = representa uma constante equivalente aos 12 meses do ano; Sm = representa a soma do salário mensal do motorista e ajudante; S = fator de encargos sociais (35%), 8,09% = coeficiente para cálculo do custo administrativo utilizado pela empresa.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Os custos que ocorrem independente da distância de transporte são considerados fixos, enquanto aqueles dependentes são considerados variáveis (MINETTE et al., 2008).

De acordo com a metodologia FAO (1956), os custos administrativos correspondem a 5% do somatório de custos fixos, variáveis e de mão de obra,

porém em pesquisa de campo a empresa utiliza um percentual superior (8,09%), o qual foi considerado para efeito de cálculos.

Em relação às receitas, considerou-se o valor pago para cada metro cúbico de madeira transportada, sendo o referido valor na ordem de US\$ 2,25 para uma distância de transporte de 10 quilômetros.

Considerou-se um horizonte de planejamento de 10 anos, tempo em que a empresa se beneficia da vida útil do veículo de transporte. Para a depreciação, adotou-se uma taxa de 10% ao ano referente ao desgaste da máquina. Partindo do pressuposto de que todos os bens, sejam eles máquinas, equipamentos ou instalações, sofrem desgaste e que esse desgaste promove uma perda que representa um custo real (OLIVEIRA, 2000); acrescentou-se um fator de 0,1% para mais nos custos de manutenção, consumo de combustível, graxas e lubrificantes, e de 0,1% para menos no custo de seguros.

Para este estudo foram utilizados os valores em dólares, visando conferir um caráter menos temporal às análises efetuadas. Valor do dólar conferido no dia 21 de fevereiro de 2018 (R\$ 3,26 = US\$ 1,00).

### **2.3 Análises da viabilidade econômica**

De posse dos dados de custos e receitas envolvidas ao longo do horizonte de planejamento do projeto, considerado de 10 anos, elaborou-se um fluxo de caixa de forma a determinar os indicadores de viabilidade econômica propostos, sendo estes: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Periódico Equivalente (VPE), conforme Silva et al. (2005) e Rezende e Oliveira (2013).

### **2.4 Análises de Risco**

Para a análise de risco foram consideradas as informações do fluxo de caixa, ou seja, balanço entre receitas e custos gerados ao longo do horizonte de planejamento. Utilizou-se o programa @Risk, desenvolvido para realizar simulações pelo método Monte Carlo, o qual possibilitou reproduzir a realidade pela geração de modelos e cenários aleatórios, trabalhando de maneira integrada a planilha do EXCEL (PALISADE CORPORATION, 2002).

Foram realizadas 10.000 iterações, considerando como variáveis de entrada: o número de viagens, salário do motorista, taxa de juros, custos administrativos, valor do frete, valor de aquisição do veículo, valor de combustível, tempo de viagem e depreciação da máquina, todas com oscilações de -20% a +20%, utilizando como base a distribuição triangular uniforme, conforme Fonseca (2013), Cordeiro et al. (2010) e Bentes-Gama et al. (2005). De acordo com Souza e Frizzone (2003), as distribuições triangulares e uniformes são as mais utilizadas nas ciências agrárias e na economia, por se apresentarem mais simples e terem o benefício de não precisarem de muitos dados de um determinado evento. Como variável de saída, avaliou-se o indicador VPL. Com base nos respectivos indicadores foram realizadas estatísticas descritivas e qualitativas na ordem de valores mínimos, máximos, médios, moda, desvios-padrão e percentis para gerenciamentos dos riscos.

## **2.5 Análises de sensibilidade**

Para a análise de sensibilidade foi empregado o programa Top Rank, que tem como objetivo identificar as variáveis mais importantes, executando análises de sensibilidade automatizadas de variações hipotéticas em planilhas do EXCEL (PALISADE CORPORATION, 2002). Para a análise em questão foi elaborado um gráfico denominado *Spiderplot*, que permite analisar as seguintes situações: os limites de cada variável independente e a influência no resultado final para cada mudança unitária da variável independente. Sendo esse programa comumente utilizado em análises econômicas (SILVA; BELDERRAIN, 2001). Esta ferramenta se constitui em uma técnica útil para avaliar o impacto das incertezas referentes ao projeto avaliado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Análises de custos e receitas

O valor do frete é US\$ 2,25 por metro cúbico, para cada 10 km percorrido, totalizando uma receita de US\$ 123,67 por hora de trabalho, para cada veículo de transporte.

Os custos totais foram divididos em custos fixos, variáveis, pessoal e administrativos, sendo calculados por hora efetiva de trabalho (Tabela 2).

**Tabela 2** – Custos do transporte de madeira em US\$/hora, estimados pela metodologia da FAO (1956), para o veículo Bitrem

Custos fixos				Custos variáveis				Custo de pessoal	Custos Administrativos	Total
J	S	I	D	Ccb	GL	Co	Cp	CMO	CAD	
4,01	0,54	0,42	8,02	13,53	2,71	15,82	1,17	10,20	4,56	60,97

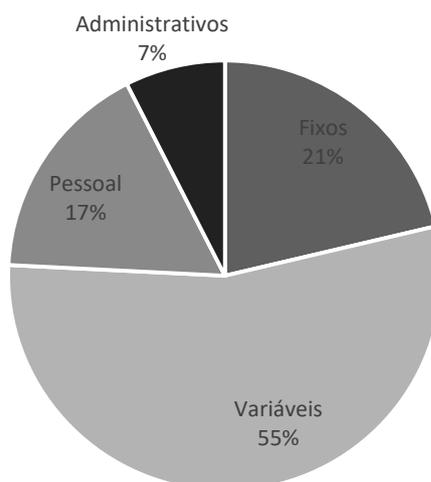
Em que: J: Juros; S: seguro; I: Imposto; D: Depreciação; Ccb: combustível; GL: graxas e lubrificantes; Co: custos de consertos; Cp: custos de pneus; CMO: custo com mão de obra; CAD: custos administrativos.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

O custo para cada veículo de transporte totalizou US\$ 60,97 por hora efetiva de trabalho, consolidando, portanto, um lucro de US\$ 62,70 por hora de operação.

O custo de conserto foi a variável de maior impacto, para Freitas et al. (2004). Essa mesma tendência foi observada, tendo os custos de combustível (Ccb) e de manutenção e consertos como os componentes mais expressivos, merecendo, portanto, atenção especial no gerenciamento e controle de gastos.

De acordo com os resultados, os custos variáveis apresentaram maior porcentagem entre os custos totais, tendo uma participação de cerca de 55% em relação aos demais (Figura 1). Eller et al. (2011) afirmam que no modal rodoviário os custos variáveis normalmente são os mais elevados dentro dos custos totais, por apresentarem variáveis relacionadas com a distância percorrida.



**Figura 1** – Representação gráfica da distribuição percentual dos custos na atividade de transporte rodoviário florestal.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Apesar de a empresa disponibilizar o custo de manutenção, essa variável foi calculada pela metodologia da FAO (1956), sendo contemplado, neste caso, o custo de consertos e troca de pneus. Ao dividir o valor mensal informado pela empresa pelas horas efetivas ao mês, foi encontrado um valor de US\$ 18,59 h<sup>-1</sup>, valor este muito próximo em relação àquele encontrado quando da adoção da referida metodologia (US\$ 16,98 h<sup>-1</sup>), o que comprova a eficiência do referido método empregado na estimativa de custos para o transporte, já afirmada por Freitas et al. (2004).

### 3.2 Análises econômicas

Por meio das estimativas de custos e dados de receitas anuais, elaborou-se um fluxo de caixa com valores correntes e descontados para o ano zero, tomando como base um horizonte de planejamento de 10 anos (Tabela 3).

**Tabela 3 – Fluxo de caixa de um transporte florestal**

<b>Ano de Ocorrência</b>	<b>Receitas</b>	<b>Custos</b>	<b>Receitas Descontadas</b>	<b>Custos descontados</b>	<b>Fluxo de caixa</b>
0	\$ 195.886,38	\$ 224.998,66	\$ 195.886,38	\$ 224.998,66	\$ -29.112,28
1	\$ 195.886,38	\$ 213.735,53	\$ 182.219,89	\$ 198.823,75	\$ -16.603,86
2	\$ 195.886,38	\$ 202.507,22	\$ 169.506,87	\$ 175.236,10	\$ -5.729,23
3	\$ 195.886,38	\$ 191.288,92	\$ 157.680,81	\$ 153.980,04	\$ 3.700,77
4	\$ 195.886,38	\$ 180.078,49	\$ 146.679,83	\$ 134.842,87	\$ 11.836,96
5	\$ 195.886,38	\$ 168.874,35	\$ 136.446,35	\$ 117.630,88	\$ 18.815,47
6	\$ 195.886,38	\$ 157.675,32	\$ 126.926,84	\$ 102.167,54	\$ 24.759,30
7	\$ 195.886,38	\$ 146.480,50	\$ 118.071,48	\$ 88.291,84	\$ 29.779,64
8	\$ 195.886,38	\$ 135.289,19	\$ 109.833,93	\$ 75.856,95	\$ 33.976,98
9	\$ 195.886,38	\$ 124.100,83	\$ 102.171,10	\$ 64.728,94	\$ 37.442,16
10	\$ 195.886,38	\$ 119.970,20	\$ 95.042,88	\$ 58.208,81	\$ 36.834,07
	\$2.154.750,18	\$1.864.999,20	\$1.540.466,35	\$1.394.766,38	\$ 145.699,97

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Com base no fluxo de caixa, procedeu-se a determinação dos indicadores de viabilidade econômica, sendo encontrados os seguintes valores: VPL (US\$ 145.699,97); TIR (31,55% ao ano); e VPE (US\$ 21.226,44 por ano). Os resultados das análises configuraram, portanto, viabilidade econômica para todos indicadores avaliados, considerando uma taxa de desconto de 7,50 % a.a.

O alto investimento inicial na aquisição de veículos de transporte fez com que os três primeiros anos configurassem em prejuízos (Tabela 1). Com o decorrer do tempo, o retorno financeiro se tornou maior, sendo esta tendência observada em trabalhos realizados para a análise econômica de transportes, conforme relatado por Tarichi et al. (2013) e Savi et al. (2013). Tal fato pode ser explicado pelos valores constantes de receita durante a vida útil do projeto.

Savi et al. (2013), analisando a viabilidade econômica do transporte de madeira realizado por três composições veiculares (Caminhão, Bitrem e Carreta), obtiveram como melhor alternativa o sistema Bitrem, porém nenhuma das alternativas apresentou atratividade, considerando os critérios VPL, TIR e VPE. De acordo com os respectivos autores, o melhor resultado para o caminhão Bitrem pode ser explicado pela maior capacidade de carga em relação às demais composições, atenuando os custos de combustível e manutenção. O trabalho executado por Savi et al. (2013) apresenta situação diferente em virtude da distância aplicada, que foi de 400 km, situação não contextualizada no trabalho em questão.

### 3.3 Análises de Risco

Com o auxílio do programa @Risk foram obtidas simulações dos possíveis cenários de viabilidade econômica e suas probabilidades acumuladas, para a atividade de transporte florestal, conforme Tabela 4.

**Tabela 4** – Análise de risco pelo Método de Monte Carlo para a atividade de transporte florestal com o bitrem em US\$ h<sup>-1</sup>

Descrição	Variável de saída	Variáveis de entrada								
	VPL	A.V	S.M	Ccb	Nv	J	Cad	Tv	F	D
Mínimo	-464.211,40	112.931,10	430,49	0,72	4,80	0,06	0,06	0,82	1,81	19,83
Máximo	795.389,00	169.087,80	643,85	1,08	7,19	0,09	0,10	1,24	2,70	19,80
Média	143.385,90	141.104,30	537,42	0,90	6,00	0,08	0,08	1,03	2,25	0,00
Desvio Padrão	184.597,70	11.521,72	43,88	0,07	0,49	0,01	0,01	0,09	0,18	8,17
Mediana	0,11	0,00	0,00	0,01	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Moda	183.263,40	141.245,80	536,88	0,90	5,99	0,08	0,08	1,03	2,24	-0,10
Percentis										
5%	-154.116,10	121.800,00	463,91	0,78	5,18	0,07	0,07	0,89	1,94	13,68
20%	-14.892,87	130.730,90	497,91	0,83	5,56	0,07	0,07	0,95	2,08	-7,35
25%	14.827,98	132.835,30	505,93	0,85	5,65	0,07	0,08	0,97	2,12	-5,86
50%	138.556,50	141.103,70	537,42	0,90	6,00	0,08	0,08	1,03	2,25	0,00
95%	457.007,40	160.392,30	610,90	1,02	6,82	0,09	0,09	1,17	2,56	13,67

Em que: AV: aquisição do veículo; S.M: salário do motorista; Ccb: combustível; Nv: número de viagens; J: juros; CAD: custos administrativos; Tv: tempo de viagem; D: depreciação; F: frete.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

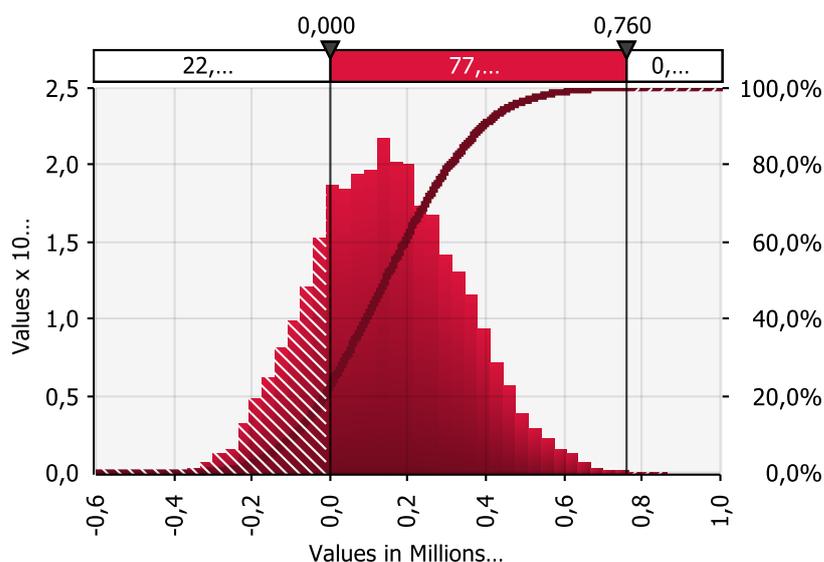
Avaliando os resultados das simulações para o indicador VPL, observou-se que 20% dos valores dos percentis apresentaram-se abaixo de US\$ -14.892,87. Ou seja, considerando os valores mínimos encontrados, existe a possibilidade de estimativas negativas para a variável de saída. A porcentagem de valores negativos encontrados para o VPL é igual a 22,4%.

De acordo com Hacura et al. (2001), o projeto é inseguro quando a probabilidade de se obter Valor Presente Líquido (VPL) negativo é maior que 20%. Com base nesse estudo, os resultados apresentaram um indicativo de risco para a

atividade de transporte com a utilização do bitrem para o transporte de madeira no litoral norte da Bahia.

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.

A ilustração deste cenário sobre o risco de investimento pode ser observada na função de densidade de probabilidade simulada do VPL para o transporte florestal, conforme Figura 2.



**Figura 2** – Probabilidade de distribuição relativa e acumulada do VPL para o transporte florestal para o veículo bitrem aos 10 anos de uso e para a distância de 10 km. Fonte: elaborado pela autora, 2018.

A Figura 2 apresenta algumas características importantes para melhor entendimento sobre o risco na atividade avaliada, como: presença da curva de frequência acumulada, probabilidade de existência de valores positivos e negativos para o VPL, além da posição em que se situam os valores de VPL, moda e mediana. Nota-se, ainda, que as distribuições de probabilidade dos indicadores econômicos foram simétricas ao redor da média e mediana, não tendendo a uma inclinação acentuada para nenhum dos lados.

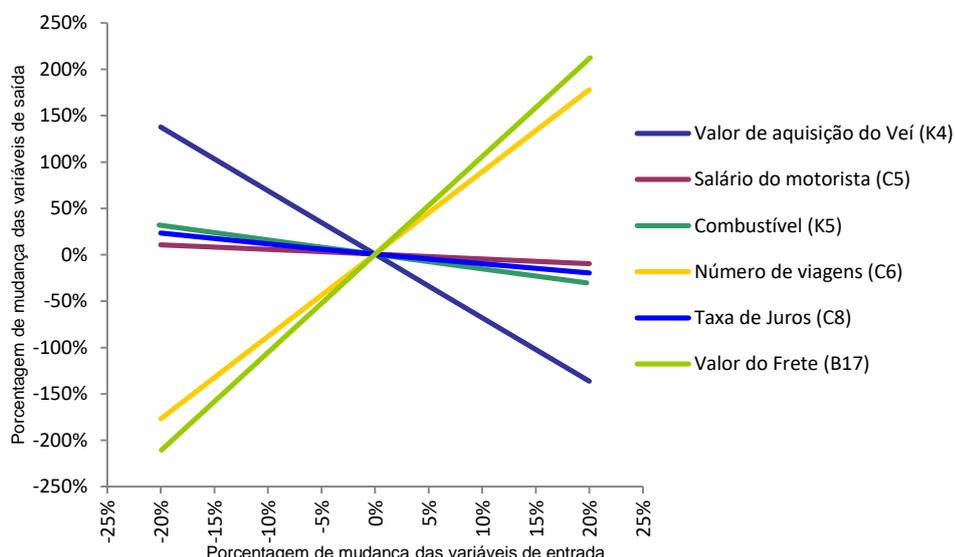
Foi possível observar que houve uma dispersão considerável dos dados em torno da média, expressa pelo desvio padrão da média, de modo que essa variação proporcionou a ocorrência de valores negativos para o VPL.

Considerando o cenário do risco, o intervalo apresentado mostrou um grau de confiança para o valor do VPL médio, o qual se mostrou positivo, porém a

probabilidade de valores de VPL's negativos, de acordo as simulações foi de 22,4%, tendo o desvio padrão apresentado também a possibilidade de valores negativos. Essas estatísticas afirmam que as oscilações de 20% das variáveis de mercado envolvidas no estudo podem inviabilizar a atividade.

### 3.4 Análises de Sensibilidade

Na Figura 3 foi possível identificar as principais variáveis independentes que influenciam a sensibilidade da variável dependente.



**Figura 3** – Efeito das principais variáveis de entrada no resultado do VPL para o transporte de madeira pelo Bitrem.  
Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Na Figura 3, pode-se observar ainda que todas as curvas se interceptam no mesmo ponto, que é o valor determinístico, ao serem substituídas todas as variáveis por seus valores base. Com isso, nesse ponto a porcentagem de mudança da variável em relação ao valor esperado é zero. O mais importante, contudo, é notar como a curva se comporta com a variação no eixo horizontal. As curvas que apresentam maiores declividades, sejam positivas ou negativas, merecem especial atenção já que uma pequena variação no valor esperado tem maiores reflexos no resultado.

A curva final, construída por esse conjunto de dados, configurou-se na análise de sensibilidade da atividade do transporte florestal. As curvas destinadas às variáveis “valor do frete”, “números de viagens” e “aquisição do veículo” apresentaram maior declividade em relação às demais, mostrando sensibilidade de 200%, 160% e 140%, respectivamente, para o VPL, com uma variação de 20% para mais e para menos no mercado. Tais variáveis merecem, portanto, melhor atenção, visando tanto o aumento do lucro como a redução dos prejuízos. Além dessas, as variáveis “taxa de juros”, “combustível” e “salários do motorista” também apareceram, porém sem grande influência.

#### 4. CONCLUSÃO

O custo operacional da atividade de transporte foi de 60,97 h<sup>-1</sup>, sendo os custos variáveis os mais expressivos perante o total.

A atividade de transporte florestal rodoviário com o uso do bitrem apresentou-se viável economicamente para todos os indicadores avaliados (VPL, TIR, VPE).

Houve indicativo de risco caso ocorram oscilações do mercado numa margem de 20%, apresentando 22,4% de valores referentes aos VPL's negativo.

Para a análise de sensibilidade, as variáveis que apresentaram grande influência no VPL foram: valor do frete, número de viagens e o valor de aquisição do veículo.

A técnica gráfica conhecida como *Spiderplot* mostrou-se eficaz para a análise das incertezas atreladas ao projeto, bem como para o monitoramento das variáveis de maior impacto nos indicadores econômicos.

## 5. REFERÊNCIAS

ALVES, R. T.; FIEDLER, N. C.; SILVA, E. N.; LOPES, E. S.; CARMO, F. C. A. Análise técnica e de custos do transporte de madeira com diferentes composições veiculares. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 5, p. 897-904, 2013.

BENTES-GAMA, M. M.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'Oeste- RO. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 401-411, 2005.

BERGER R.; TIMOFEICZYK JÚNIOR, R.; CARNIERI, C.; LACOWICZ, P. G.; SAWINSKI JUNIOR, J.; BRASIL, A. A. Minimização de custos de transporte florestal com a utilização da programação linear. **Revista Floresta**, Curitiba-PR. v. 33, n. 1, p. 53-62, 2003.

BRAMUCCI, M. SEIXAS, F. Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 62, p. 62-74, 2014.

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S. 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, p. 367-376, 2010.

ELLER, R. A. G. SOUSA JUNIOR, W. C. CURI, M. L. C. Custos do transporte de carga no Brasil: rodoviário versus ferroviário. **Journal of Transport Literature**, v. 5, n. 1, p. 50-64, 2011.

FREITAS, L. C.; MARQUES, G. M.; SILVA, M. L.; MACHADO, R.; MACHADO, C. C. 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.

FONSECA, D. A. **Avaliação de risco da produção de carvão vegetal em propriedades rurais no Alto Jequitinhonha**. Diamantina-MG: UFVJM. 2013, 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri UFVJM, p 51. 2013.

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, Apr. 2001.

Indústria Brasileira de Ávore – IBÁ. Relatório 2017. Indústria Brasileira de Árvores: brazilian tree industry. Brasília, 2017.

MACHADO, C. C. LOPES, E.S. BIRRO, M. H. **Elementos básicos do Transporte Florestal Rodoviário**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009.167p.

MACHADO, C. C. LOPES, E. S. BIRRO, M. H. B. MACHADO, R. R. **Transporte Rodoviário Florestal**. 2ª Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 217p.

MINETTE, L. J. SILVA, E. N. FREITAS, K. E. SOUZA, A. P. SILVA, E. P. Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada em Niquelândia, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 12, p. 6, 2008.

PALISADE CORPORATION. Risk analysis and simulation add-in for Microsoft Excell or Lotus 1-2-3. New York: **Palisade Corporation**, 2002.

OLIVEIRA, M. D. M. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: Avaliação de uma frota**. Dissertação – Mestrado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo. p. 51. 2000.

REZENDE, J. L. P. OLIVEIRA, A. D. Análise Econômica e Social de Projetos Florestais. 3ª. ed. Viçosa: Editora UFV. 2013. 385p.

TARICHI, A. P. CHIQUITO, A. R. FERREIRA, R. U. Análise de Viabilidade Econômico Financeira no Setor de Logística em uma Indústria de Andradina/SP. **Revista InterAtividade**, Andradina-SP, v.1, n. 1, 2013.

SAVI, A. F.; CANEPPELE, F.; OLIVEIRA, M.R.G. Custeio de Diferentes Tipos de Transporte Rodoviário no Setor Madeireiro de Itapeva. **Floresta e Ambiente**, v. 19, p. 147-154, 2012.

SILVA, C. B. SANT'ANNA, C. M. MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do feller-buncher utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**, Lavras-MG, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003;

SILVA, R. M; BELDERRAIN, M. C. N. Considerações sobre Análise de Sensibilidade em Análise de Decisão. In: **Anais... XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2004, São João del Rei. Anais, 2004. v.1.

SILVA, M. L. JACOVINE, L. A. G. VALVERDE, S. R. Economia Florestal. 2ª. ed. Viçosa: Editora UFV. 2005. 178p.

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-PR, v. 25, n.2, p. 399-408, 2003.

## **CAPÍTULO 2: IMPACTO DA DISTÂNCIA DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO NA VIABILIDADE ECONÔMICA E NO RISCO DA ATIVIDADE**

### **RESUMO**

A distância do ponto de saída para o local de processamento de madeira corresponde a um dos principais riscos para inviabilidade do transporte florestal, aferindo que, as distâncias precisam ser avaliadas quanto ao risco e possibilidade de prejuízos na atividade. Dessa forma, objetivou-se com esta pesquisa proceder uma análise financeira e simulação de risco no transporte de madeira. O estudo foi realizado em uma empresa prestadora de serviço de transporte florestal localizada no litoral norte da Bahia a qual utiliza o Bitrem florestal para condução da madeira dos talhões para as baterias de fornos. Avaliou-se as três distâncias de transporte empregadas, sendo estas: 10 km, 14 km e 20 km. Utilizou-se os indicadores VPL, TIR, VAE, RB/C e CMP para a análise econômica e o programa @Risk para a simulação de cenários de risco na atividade. O custo operacional da atividade foi de  $60,97 \text{ h}^{-1}$ ;  $66,87 \text{ h}^{-1}$ ;  $75,99 \text{ h}^{-1}$  para as distâncias de 10, 14 e 20 km respectivamente, os custos variáveis foram mais expressivos nos três cenários avaliadas. Os resultados identificaram viabilidade para os indicadores avaliados: US\$ 145.699,97 (VPL); 31,55% (TIR); US\$ 21.226,44 (VAE); 1,104 (RB/C) e US\$ 2,04 (CMP), para a distância de 10 km; US\$ 228.272,77 (VPL); 62,76% (TIR); US\$ 33.256,13 (VAE); 1,154 (RB/C) e US\$ 2,17 (CMP) para distância de 14 km e US\$ 439.995,69 (VPL); 89,66 % (TIR); US\$ 64.101,18 (VAE); 1,270 (RB/C) e US\$ 2,38 (CMP) para distância de 20 km. Na análise de risco, observou que a atividade apresentou 22,40%, 7,69% e 0,30% de probabilidade de apresentar VPL's negativos. A pesquisa mostrou cenário risco apenas na distância de 10 km, sendo que os outros cenários o risco se mostrou insignificante. Tendo como variáveis de maior influência valor do frete e o valor de aquisição do veículo. As maiores distâncias de transporte condicionaram um cenário de menor risco e maior atratividade para o segmento avaliado, devido ao valor pago pelo frete ter sido superior aos custos gastos por unidade de metro cúbico transportado entre as distâncias relacionadas.

**Palavras-chave:** Bitrem, Monte Carlo, Simulação de Risco.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor florestal vem se destacando como uma importante atividade no agronegócio em decorrência do seu desempenho na movimentação da balança comercial brasileira. No ano de 2016 a receita proveniente das exportações do setor brasileiro de árvores plantadas alavancou o equivalente a US\$ 8,9 bilhões, atingindo 6,2% do PIB Industrial no país (IBÁ, 2017).

Entre os diversos elos da cadeia produtiva do setor florestal, o transporte de madeira representa um elemento importante na composição dos dispêndios envolvidos nas etapas produtiva do setor, podendo impactar em até 60% o custo da madeira posta no centro consumidor (BERGER et al. 2003; MACHADO et al. 2011). Um sistema de transporte mal planejado pode proporcionar inviabilidade para o empreendimento, assim, antes da implementação, tais sistemas necessitam de estudos visando maior segurança de seus processos, de forma assegurar o retorno de seus investimentos, um empreendimento em que todos seus eventos aconteceram de forma integral e segura tem 100% de probabilidade de sucesso, porém para um evento em que é possível qualquer grau de incerteza, sua probabilidade precisa ser estabelecida, configurando assim, certo grau de risco (SECURATO, 2007; MENDES e SOUZA 2007).

O risco assume um caráter crucial para o entendimento da produção e do desenvolvimento das atividades do transporte florestal. Para minimizar tal risco, o planejamento da atividade torna-se necessário e deve ser realizado criteriosamente a fim de assegurar a sustentabilidade do segmento florestal.

No setor de transporte florestal, muitas são as variáveis que podem potencializar os riscos do empreendimento como, por exemplo, mudança da política interna com alterações das taxas de juros, aumento do custo do combustível, aumento dos encargos e valores de pedágios, alterações nos valores do frete, distâncias entre os plantios e o centro consumidor, condições climáticas e custos com manutenção e pneus. Para Berger et al (2003) e Alves et al (2013), a distância do ponto de saída para o local de processamento de madeira corresponde a um dos principais riscos para inviabilidade do transporte florestal. De acordo com Silva et al., (2003) e Bramucci e Seixas, (2014), o aperfeiçoamento das técnicas de transporte

da madeira torna-se cada vez mais necessário para o aumento da eficiência operacional, da produtividade e redução de custos de produção, contribuindo para a melhoria do processo produtivo e maior competitividade das empresas florestais.

O transporte florestal pode ser inviabilizado devido diversos fatores, dentre eles as diferentes distâncias de movimentação de madeira do local dos talhões até o centro consumidor, aferindo que, essas distâncias precisam ser avaliados quanto ao risco e possibilidade de prejuízos na atividade. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho realizar análises econômicas e simulações de risco no transporte florestal, considerando três distâncias para entrega de madeira, tomando como parâmetros indicadores de viabilidade bem como a ferramenta @Risk para o gerenciamento de riscos e determinação de probabilidades de sucesso para o segmento avaliado.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do estudo**

O estudo foi realizado em uma empresa prestadora de serviço de transporte florestal localizada no litoral norte da Bahia. Foram analisadas composições veiculares de carga conhecidas como Bitrem, (composição: cavalo mecânico + dois semirreboques); os caminhões são compostos pelo cavalo mecânico da Mercedes AXOR 2831 e os semirreboques são da FACCHINI e RANDON; responsáveis pelo transporte de madeira da área de corte até o centro de processamento (fornos de carvão). Cada caminhão transporta, em média, 55 metros cúbicos de madeira por viagem.

As distâncias entre as áreas de corte e centro de processamento (fornos) foram de 10, 14 e 20 quilômetros. São realizadas, em média, 6 (seis) viagens por dia para a distância de 10 km, 5 (cinco) para a distância de 14 km e 4 (quatro) para a de 20 km. A empresa possui uma frota constituída de 16 caminhões, com capacidade de carga de 55 metros cúbicos de madeira. O ciclo foi de 62 minutos para distância de 10 km, (15 minutos no carregamento, 20 minutos no transporte carregado, 12 minutos no descarregamento e 15 minutos no transporte vazio). Para as distâncias de 14 km e 20 km, os ciclos foram de 76 minutos e 97 minutos, respectivamente. As variações nos ciclos estiveram relacionadas com o tempo de viagem (de ida e volta).

### **2.2 Custos operacionais da composição de carga avaliada**

Para estimativa de custo operacional, utilizou-se a metodologia da FAO (Food and agriculture Organization of the United Nations –1956), proposta por Freitas et al. (2004) e adaptada para a realidade do estudo, conforme descrito abaixo (Tabela 1).

**Tabela 1 – Itens de custos e suas respectivas fórmulas**

	Itens de Custo	Fórmula		Itens de Custo	Fórmula
Fixos	Juros (J)	$J = \frac{Va * i * f}{hf}$	Variáveis	Combustível (Ccb)	$Ccb = \frac{km(total)}{consumo} * preço\ do\ combustível$
	Seguros (S)	$S = \frac{Sa}{hf}$		Graxas e lubrificantes (G.L)	$G.L = Ccb * 0,2$
	Impostos (I)	$I = \frac{I}{hf}$		Manutenção e conserto	$Co = \frac{Va}{ht * hv}$
	Depreciação (D)	$D = \frac{(Va - Vr)}{H}$		Custo de pneu (Cp)	$hv = hf(1 - \frac{TE}{TV + TE})$
	Custo de mão de obra (CMD)				$CMD = \frac{B12 * Sm(1 + S)}{hf}$
	Custos Administrativos (CAD)				$CAD = (J + S + I + D + Ccb + G.L + Co + Cp + CMD) * 8,09\%$

Em que: Va = valor de aquisição da composição veicular de carga; i = taxa anual de juros (7,50% a.a.); f = fator que corrige o valor do equipamento (6%); hf = hora efetiva de trabalho, Sa = valor do seguro anual, I = Valor do Imposto sobre a propriedade de veículos automotores – IPVA e do Licenciamento do veículo; Vr = valor residual (Va\*0,10); H = vida econômica da máquina, expressa em horas efetivas de trabalho; Km (total) = quilometragem total; consumo = litros consumidos de acordo a quilometragem, 0,2 = representa um índice percentual do custo do combustível, t = vida útil do veículo; hv = hora efetiva de viagem por ano, TE = tempo de espera; TV = tempo de viagens, B = corresponde a 50% do custo de substituição do jogo de pneus; T = custo de substituição de um jogo de pneus; N = vida útil dos pneus, em horas, B12 = representa uma constante equivalente aos 12 meses do ano; Sm = representa a soma do salário mensal do motorista e ajudante; S = fator de encargos sociais (35%), 8,09% = coeficiente para cálculo do custo administrativo utilizado pela empresa.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Os custos independentes da produção são considerados fixos, já os dependentes são denominados variáveis (MINETTE et al., 2008).

### **2.3 Receitas**

Considerou-se para a composição das receitas, valores de frete na ordem de US\$ 2,25; US\$ 2,50 e US\$ 3,02, para cada metro cúbico de madeira transportado, considerando as distâncias de transporte estabelecidas pela empresa de 10, 14 e 20 km, respectivamente. O volume de madeira transportado por viagem foi de 55 metros cúbicos.

Para este estudo foram utilizados os valores em dólares, visando conferir um caráter menos temporal às análises efetuadas. Valor do dólar conferido dia 21 de fevereiro de 2018 (R\$ 3,26 = US\$ 1,00).

### **2.4 Análises Econômicas**

Os valores de custos e receitas foram projetados para um horizonte de 10 anos. Utilizou-se a depreciação linear, com valor residual da máquina equivalente a 10% do valor de aquisição.

Após determinação dos custos e receitas referentes à atividade do transporte florestal, procedeu-se uma análise econômica empregando como ferramenta 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), conforme Silva et al. (2005) e Rezende e Oliveira (2013).

### **2.5 Análise de Risco**

Com base nas informações de custos e receitas, procedeu-se à análise de risco na atividade de transporte florestal. Utilizou-se o software @RISK, desenvolvido para realizar simulações pelo método de Monte Carlo, que possibilita imitar a realidade na geração de modelos e cenários aleatórios, trabalhando de maneira integrada com a planilha do EXCEL (PALISADE CORPORATION, 2002).

Realizou-se 10.000 iterações, considerando como variáveis de entrada o 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, todas com oscilações de -20% a +20% utilizando como base a distribuição triangular uniforme, conforme Cordeiro et al. (2010) e Bentes-Gama et al. (2005). De acordo com Souza e Frizzone (2003), as distribuições triangular e uniforme são as mais utilizadas nas ciências agrárias e na economia, por se apresentarem mais simples e terem o benefício de não precisarem de muitos dados de um determinado evento. Como variáveis de saída foram avaliados os indicadores VPL, VAE e TIR.

Realizaram-se estatísticas descritivas e qualitativas na ordem de valores mínimos, máximos, médios, moda, desvios-padrão e percentis para gerenciamentos dos riscos. A partir dos dados gerados na elasticidade, procedeu-se a classificação, em ordem de importância, das variáveis mais influentes no retorno financeiro dos projetos de transporte avaliados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no somatório dos componentes de custos foi possível obter o custo operacional total para as três distâncias de transporte avaliadas (Tabela 2).

**Tabela 2** – Custos de transporte de madeira em US\$ h<sup>-1</sup>, estimados pela metodologia da FAO (1956), para as distâncias de 10, 14 e 20 km para o bitrem no litoral norte da Bahia

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	10,20	4,56	60,97
14 km	4,01	0,54	0,42	8,02	15,78	3,16	18,45	1,29	10,20	5,00	66,87
20 km	4,01	0,54	0,42	8,02	18,04	3,62	23,73	1,74	10,20	5,69	75,99

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.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Os lucros, em US\$ h<sup>-1</sup>, foram de 62,70; 70,63 e 90,19, respectivamente, para as distâncias de 10, 14 e 20 km. Os custos de conserto e combustível foram as variáveis mais expressivas. Freitas et al. (2004), avaliando a mesma composição veicular de carga empregada neste estudo, observaram a mesma tendência para os respectivos custos. De acordo com os dados, os custos variáveis apresentaram maior porcentagem entre os custos totais, com participação de cerca de 60%.

Apesar de a empresa ter disponibilizado o valor de manutenção, este custo foi calculado pela metodologia da FAO (1956), sendo estimado em US\$ 20,76 h<sup>-1</sup>, assim como nos trabalhos realizados por Freitas et al. (2004).

#### 3.1 Análise econômica

A Tabela 3 ilustra os indicadores econômicos com base nos custos e receitas.

**Tabela 3** – Análise econômica em US\$, da atividade de transporte florestal, com uso do bitrem, no litoral norte da Bahia

<b>Distância</b>	<b>VPL (10 anos)</b>	<b>TIR (anual)</b>	<b>VAE (anual)</b>	<b>B/C (uni)</b>	<b>CMP (m<sup>3</sup>)</b>
10 km	145.699,97	31,55	21.226,44	1,104	2,04
14 km	228.272,77	62,76	33.256,13	1,154	2,17
20 km	439.995,69	89,66	64.101,18	1,270	2,38

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

De acordo com as análises da Tabela 3, foi possível inferir sobre a realidade econômica dos projetos avaliados, sendo todos atrativos para os cenários de custos, receitas e taxa de juros adotados, conferindo viabilidade econômica ao segmento (SILVA et al., 2005; REZENDE e OLIVEIRA, 2013).

Neste sentido, de acordo com a Tabela 3 é possível observar que as maiores distâncias se apresentam mais atrativas. O fato de o CMP entre as distâncias terem aumentado em apenas 15% de 10 km para 20 km, e o valor do frete cobrado pela prestadora de serviço ter aumentando 25% entre elas é o principal fator que confere esse resultado ao estudo em questão. Agregando-se ao fato de que o valor cobrado pela empresa não ponderou que os custos fixos prevaleceram entre as distâncias, ocorrendo que, com o aumento das distâncias, eles foram se dissolvendo, ou seja, diminuindo com aumento da movimentação de cargas, conferindo um melhor resultado para as maiores distâncias.

Moreira et al. (2017) observaram, contudo, uma situação inversa, demonstrando menor viabilidade para maiores distâncias de transporte. Este aspecto pode estar relacionado às grandes distâncias de transporte, aspecto não contextualizado no trabalho em estudo.

Savi et al. (2013), analisando a viabilidade econômica do transporte de madeira realizada por três composições veiculares (Caminhão, Bitrem e Carreta), obtiveram como melhor alternativa o sistema Bitrem, porém nenhuma das alternativas apresentou atratividade, considerando os critérios VPL, TIR e VPE. De acordo com os respectivos autores, o melhor resultado para o caminhão Bitrem pode ser explicado pela maior capacidade de carga em relação às demais composições, atenuando os custos de combustível e manutenção. O trabalho executado por Savi et al. (2013) apresenta situação diferente em virtude da distância aplicada, que foi de 400 km, situação não contextualizada no trabalho em questão.

### 3.2 Análises de risco

Por intermédio do programa @Risk foram obtidas simulações dos prováveis cenários e as respectivas probabilidades acumuladas para o segmento em estudo (Tabela 4).

**Tabela 4** – Estatísticas das variáveis do VPL, em US\$, para a atividade de transporte florestal com o uso do bitrem no litoral norte da Bahia, considerando três distâncias de transporte

Estatística	Variáveis de saída		
	VPL 10 km	VPL 14 km	VPL 20 km
Mínimo	-464.211,40	-204.379,70	-76.952,20
Máximo	795.389,00	723.500,40	994.604,40
Média	143.385,90	224.671,60	437.930,00
Desvio Padrão	184.597,70	153.206,50	181.441,30
Mediana	0,11	0,03	0,01
Moda	183.263,40	266.451,30	365.640,20
Percentis			
5%	-154.116,10	-28.147,67	140.912,90
10%	-92.350,88	22.737,02	196.181,90
15%	-49.852,46	59.046,77	240.678,00
20%	-14.892,87	87.497,74	277.739,20
25%	14.827,98	114.514,60	309.234,10
50%	138.556,50	225.006,30	437.395,90
95%	457.007,40	478.368,80	738.899,30

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Para a distância 10 km foi possível observar que 5% dos valores dos percentis apresentaram-se abaixo de US\$ -154.166,10 e 5% acima de US\$ 457.007,40.

Considerando as distâncias de 14 e 20 km, as estimativas foram melhores economicamente, mostrando 5% dos valores de VPL abaixo de US\$ -28.147,67 e US\$ 478.368,80 e 5% acima de US\$ 140.912,90 e US\$ 738.899,30, respectivamente.

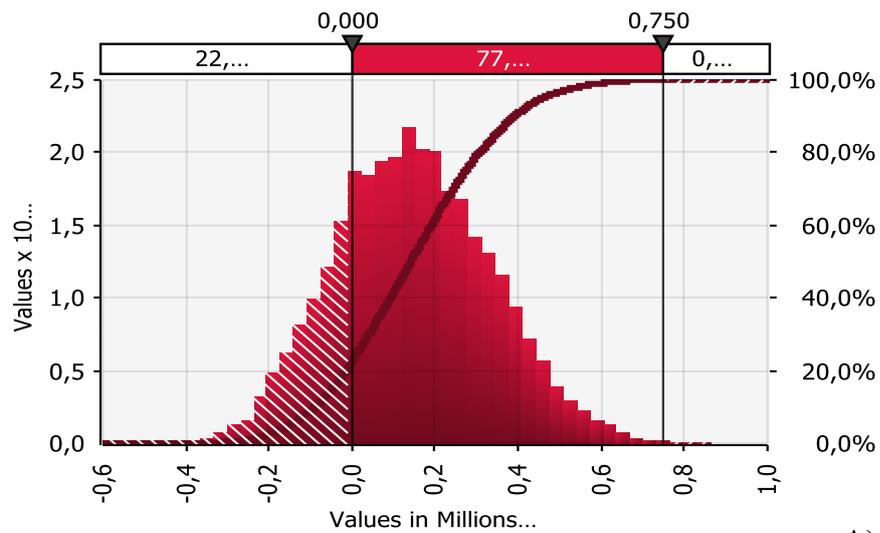
As análises mostraram probabilidades de 22,4%, 7,4% e 0,4% do VPL apresentar valores negativos para as distâncias de transporte de 10, 14 e 20 km, respectivamente. Hacura et al. (2001) relatam que, frequentemente, quando a probabilidade de se obter Valor Presente Líquido (VPL) negativo for maior que 20%, o projeto é considerado inseguro. Mediante ao cenário avaliado, pode-se afirmar que

além de apresentar viabilidade econômica, os projetos com maiores distâncias, 14 e 20 km, mostraram índices de riscos compatíveis. Entretanto, os cenários simulados para a distância de 10 km demonstraram que a atividade possui grau de risco mediante estimativas de instabilidade do mercado nas variações de 20% das condições do mercado, apresentando 22,4% de risco de VPL's negativos. O que leva a entender que as maiores distâncias são mais atrativas e conferem menores riscos, conforme já discutido para o fator determinístico da análise econômica da relação entre o CMP, os custos fixos e o valor do frete.

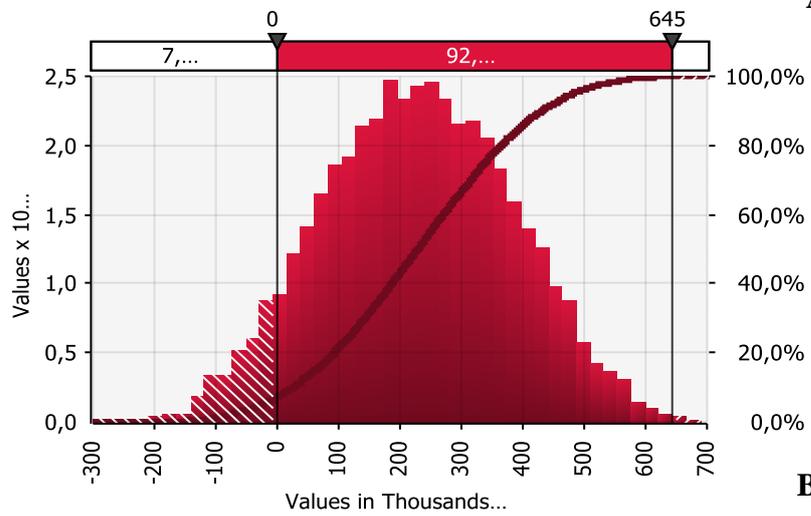
Castro et al. (2007), ao analisarem a viabilidade econômica da produção de carvão vegetal em Minas Gerais, a partir de plantios de eucalipto, sob condições de risco de preço do carvão, produtividade florestal, custo de implantação, custo de carvoejamento e transporte, chegaram à conclusão de que o sistema era viável economicamente e havia 12% de probabilidade de se obterem valores não viáveis. Neste estudo, mais variáveis foram contextualizadas, como custos de implantação, condução, corte, colheita e da venda da madeira propriamente dita, além de condições de distâncias divergentes do trabalho aqui realizado, o que conferiu diferentes resultados entre os trabalhos.

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 et al., 2001).

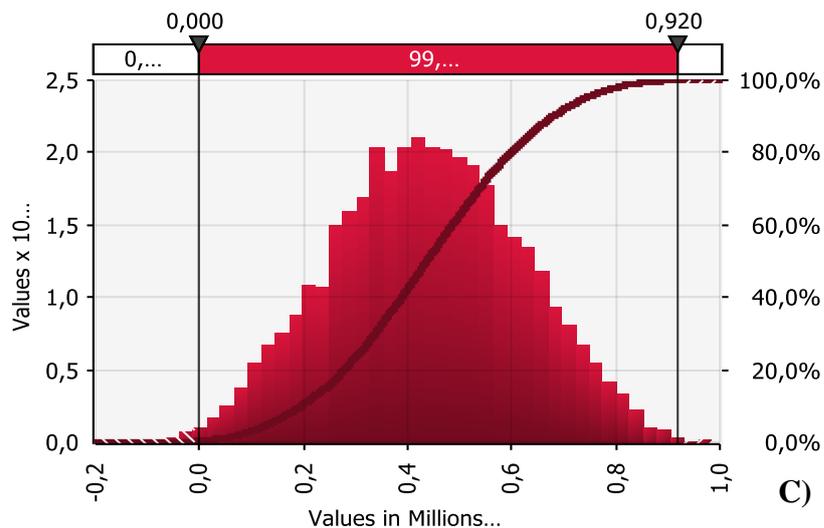
O risco para o investimento no segmento avaliado, considerando as três distâncias de transporte, pode ser observado na Figura 1.



A)



B)



C)

Sendo as figuras: A) referente à distância de 10 km; B), 14 km e C) 20 km.

**Figura 1** – Probabilidade de distribuição relativa e acumulada do VPL para o transporte florestal para o veículo bitrem, aos 10 anos de uso, considerando três distâncias de transporte no litoral norte da Bahia.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Foi possível observar que as distribuições de probabilidade dos indicadores econômicos foram simétricas ao redor da média e mediana, não apresentando inclinação acentuada para nenhum dos lados.

Para dois dos cenários propostos, o risco se mostrou pequeno e, para um, houve estimativa de certo grau de risco, os valores da média positivos, 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. 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 (MOREIRA et al., 2017).

Os VPL's simulados para os três cenários apresentaram valores médios de US\$ 143.385,90, US\$ 224.671,60 e US\$ 437.930,00, 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, no entanto essa variação não proporcionou a ocorrência de VPL's negativos para as distâncias de 14 e 20 km, porém para a menor distância ocorreu a presença de valores negativos com aferição pelo desvio padrão negativo.

Em relação à análise da elasticidade das variáveis, segundo Fonseca (2013) entende-se que os valores positivos apontam uma relação direta entre as variáveis, ocorrendo uma relação inversa quando os valores são negativos. As variáveis que afetaram o VPL na sua ordem de importância estão dispostas na Tabela 5.

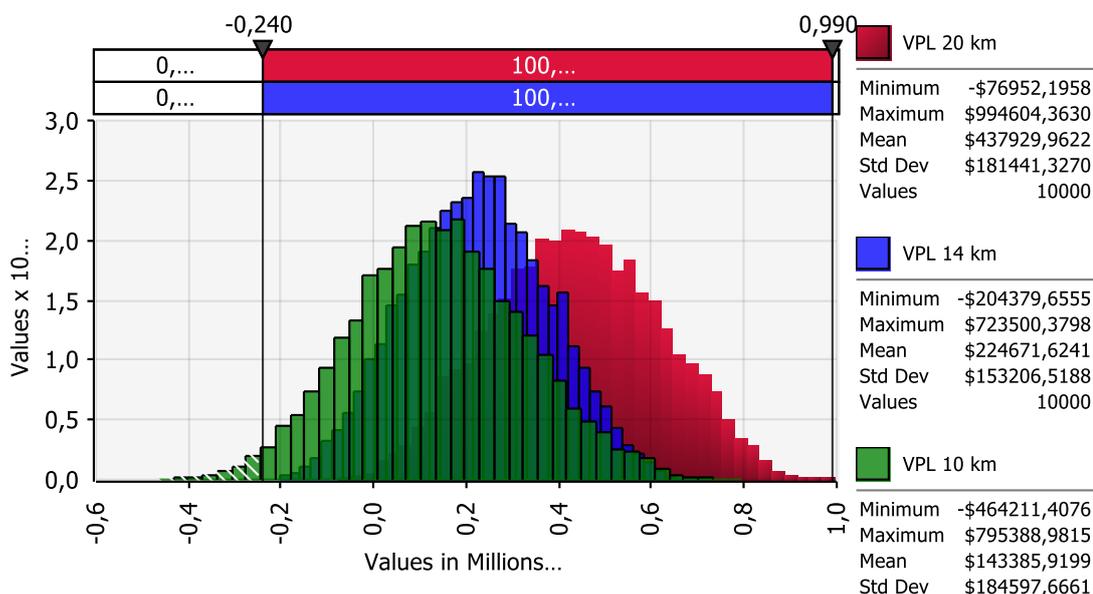
**Tabela 5** – Análise de sensibilidade com base nas elasticidades das variáveis de entrada em função da influência do VPL no transporte florestal com o uso do Bitrem no litoral norte da Bahia

Variáveis de entrada	10 km (%)	R	14 km (%)	R	20 km (%)	R	R (Geral)
Número de viagens	0,57	6	-	-	-	-	6
Salário do motorista	-0,03	1	-0,04	1	-0,03	1	3
Valor do frete	0,68	7	0,91	6	0,93	6	19
Aquisição do veículo	-0,44	5	-0,37	5	-0,31	5	15
Combustível	-0,10	4	-0,14	4	-0,14	4	12
Depreciação da máquina	-0,04	2	-0,05	3	-0,05	2	7
Taxa de Juros	-0,06	3	-0,05	2	-0,11	3	8

Em que: R= Ranqueamento definido com o módulo dos valores.  
 Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Na Tabela 5 consta um ranqueamento das variáveis de entrada, de acordo com a influência no resultado do VPL. Os valores positivos da elasticidade indicam que a relação entre as variáveis é diretamente proporcional, e os negativos indicam uma relação inversamente proporcional. Foi possível observar nos cenários de elasticidade que o valor do frete foi a variável que mais influenciou no resultado final da variável de saída, VPL, aferindo que, na proporção do sistema em uma escala de 0 a 1, a oscilação dessa variável influencia positivamente em 0,93. Em contrapartida, nessa mesma proporção, o valor de aquisição da máquina influencia em 0,44 para o decréscimo do 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.



**Figura 2** – Densidade de probabilidade para o Indicador VPL, nos três cenários de distância de transporte florestal.  
 Fonte: elaborado pela autora, 2018.

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 o cenário para as simulações que se apresentaram com os maiores valores, no caso, as simulações para a distância de 20 km.

#### 4. CONCLUSÃO

O custo operacional da atividade de transporte foi de 60,97 h<sup>-1</sup>, 66,87 h<sup>-1</sup> e 75,99 h<sup>-1</sup> para as distâncias de 10, 14 e 20 km, em sequência, sendo os custos variáveis os mais expressivos perante o total nas três distâncias avaliadas.

O projeto mostrou-se viável economicamente para os indicadores e cenários de distâncias de transporte avaliados. As maiores distâncias se apresentaram mais atrativas devido ao valor pago pelo frete ter sido superior aos custos gastos por unidade de metro cúbico transportado entre as distâncias relacionadas.

As maiores distâncias apresentaram menores probabilidades de risco. A incerteza de risco é relativa e deve ser discutida e avaliada de acordo com as variáveis que mais influenciam no resultado, no caso em estudo, o valor do frete e valor de aquisição do veículo.

O risco foi relativo à condição avaliada e o grau previsto para oscilações das variáveis dentro da distribuição triangular.

## 5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. M. R. **Avaliação econômica de diferentes composições veiculares empregadas no transporte rodoviário de madeira**: estudo de caso. Itapeva-SP: UNESP, 2013, 53 p. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Estadual Paulista, 2013.

ALVES, R. T.; FIEDLER, N. C.; SILVA, E. N.; LOPES, E. S.; CARMO, F. C. A. Análise técnica e de custos do transporte de madeira com diferentes composições veiculares. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 5, p. 897-904, 2013.

BENTES-GAMA, M. M.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'Oeste- RO. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 401-411, 2005.

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, 2014.

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

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S. Contribuição do fomento do órgão florestal de Minas Gerais na lucratividade e na redução de riscos para produtores rurais. **Revista Árvore** (Impresso), v. 34, p. 367-376, 2010.

FONSECA, D. A. **Avaliação de risco da produção de carvão vegetal em propriedades rurais no Alto Jequitinhonha**. Diamantina-MG: UFVJM, 2013, 51. p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2013.

FREITAS, L. C.; MARQUES, G. M.; SILVA, M. L.; MACHADO, R.; MACHADO, C. C. Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 855-863, 2004.

IBÁ. Relatório 2017. **Indústria Brasileira de Árvores**: brazilian tree industry. Brasília, 2017, 80 p.

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.

MENDES, M. H.; SOUZA, R. C. **Análise quantitativa de risco**: um guia para modelagem pela simulação de Monte Carlo. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 2007, 35 p.

MINETTE, L. J.; SILVA, E. N.; FREITAS, K. E.; SOUZA, A. P.; SILVA, E. P. Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada em Niquelândia, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Impresso), v. 12, p. 6, 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**, v. 38, p. 77-89, 2017.

PARALISADE CORPORATION. **Risk analysis and simulation add-in for Microsoft Excell or Lotus 1-2-3**. New York: Palisade Corporation, 2002.

TARICHI, A. P.; CHIQUITO, A. R.; FERREIRA, R. U. Análise de Viabilidade Econômico Financeira no Setor de Logística em uma Indústria de Andradina/SP. **Revista InterAtividade**. Andradina-SP, v. 1, n. 1, 2013.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**. Viçosa: Editora UFV. 3. ed. 2013.

SAVI, A. F.; CANEPPELE, F.; OLIVEIRA, M. R. G. Custeio de Diferentes Tipos de Transporte Rodoviário no Setor Madeireiro de Itapeva. **Floresta e Ambiente**, v. 19, p. 147-154, 2012.

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

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2005.

SILVA, C. B.; SANT ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do feller-buncher utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

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** (Impresso), Maringá, v. 25, n. 2, p. 399-408, 2003.

### **CAPÍTULO 3: VIABILIDADE ECONÔMICA E RISCOS NA TOMADA DE DECISÃO DA TERCEIRIZAÇÃO DO TRANSPORTE FLORESTAL**

#### **RESUMO**

A avaliação da viabilidade econômica dos sistemas de produção empregados pelo setor produtivo é fundamental para subsidiar a tomada de decisão por parte de empresas do transporte florestal. Objetivou-se com este trabalho avaliar o retorno econômico da atividade de transporte de madeira, bem como realizar uma simulação de risco com o auxílio do programa @RISK, considerando um cenário em que a empresa que produz a madeira incorporaria a atividade de transporte em seu processo. O estudo foi realizado em uma empresa do segmento florestal localizada no litoral norte da Bahia, a qual utiliza como base no transporte o modal composto por um cavalo mecânico e dois semirreboques (bitrem florestal). Foram analisados os custos, receitas e as incertezas envolvidas na atividade. Os respectivos indicadores foram utilizados para determinação dos critérios: VPL, VAE, TIR, CMP, RB/C e PayBack, sendo realizadas, posteriormente, simulações de risco para conferência da segurança do empreendimento avaliado. A avaliação econômica mostrou-se positiva em todos os critérios analisados (VPL US\$ 217.286,37); VAE (US\$ 31.655,57); (CMP US\$ 2,70/m<sup>3</sup>); RB/C (1,12), TIR (69%) e PayBack (3,01 anos). O risco apresentou-se pequeno, sendo que apenas 12,20% das simulações com VPL's foram negativas, tendo como principais variáveis influentes o valor do frete e o valor de aquisição do veículo. A incorporação da atividade de transporte da madeira com o uso do Bitrem por parte da empresa mostrou-se atrativa e não apresentou risco econômico significativo.

**Palavras-chave:** Análise econômica, Bitrem, Monte Carlo.

## 1. INTRODUÇÃO

A análise da viabilidade econômica é essencial para a aplicação racional dos recursos disponíveis em qualquer empreendimento. No caso de empreendimentos florestais de investimentos elevados e longa duração, além da avaliação econômica, torna-se fundamental analisar os fatores de risco que possam influenciar o resultado final da atividade.

Dentre as atividades florestais, destaca-se o transporte de madeira dada a sua elevada representatividade no custo final da matéria-prima. Para Berger et al. (2003), o transporte de madeira é considerado uma das atividades mais onerosas dentro das etapas florestais, além de apresentar um sistema complexo devido a gama de variáveis envolvidas. O grande número de variáveis envolvidas no processo pode afetar consideravelmente o lucro das empresas, justificando, portanto, a utilização de ferramentas que possam gerenciar o risco atrelado às variáveis de maior impacto.

No setor de transporte florestal, muitas são as variáveis que podem potencializar os riscos do empreendimento como, por exemplo, mudança da política interna com alterações das taxas de juros, aumento do custo do combustível, aumento dos encargos e valores de pedágios, alterações nos valores do frete, distâncias entre os plantios e o centro consumidor, condições climáticas e custos com manutenção e pneus. De acordo com Silva et al. (2003) e Bramucci e Seixas, (2014), o aperfeiçoamento das técnicas de transporte da madeira torna-se cada vez mais necessário para o aumento da eficiência operacional, da produtividade e redução de custos de produção, contribuindo para a melhoria do processo produtivo e maior competitividade das empresas florestais.

A avaliação da viabilidade econômica dos sistemas de produção empregados pelo setor produtivo é fundamental para subsidiar a tomada de decisão por parte de empresas do segmento florestal, principalmente aquelas envolvidas no ramo de transporte. Objetivou-se com este trabalho avaliar o retorno econômico da atividade de transporte de madeira em uma empresa do segmento florestal, bem como realizar uma simulação de risco com o auxílio do programa @RISK, considerando um cenário em que a empresa incorporaria a atividade de transporte (aquisição e

manutenção da frota), deixando o processo de terceirização e tendo como retorno o valor que a mesma pagaria pelo frete, caso o serviço fosse terceirizado.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do estudo**

Os dados foram coletados em uma empresa prestadora de serviço de transporte florestal, localizada no litoral norte da Bahia.

Utilizou-se como base para o estudo veículos classificados como Bitrem florestal (composição: cavalo mecânico + dois semirreboques), responsáveis pelo transporte de madeira da área do plantio até o centro de processamento (fornos de carvão). Os caminhões são compostos pelo cavalo mecânico da Mercedes AXOR 2831 e os semirreboques são da FACCHINI e RANDON.

A distância percorrida pelos caminhões é de 20 km e a estrada não possui pavimentação, sendo de uso exclusivo para a movimentação de madeira e demais circulações da própria empresa. A capacidade de carga do caminhão bitrem é de 55 metros cúbicos de madeira. O ciclo total apresenta uma durabilidade média de 97 minutos, com 15 minutos no carregamento, 40 minutos no transporte, 12 minutos no descarregamento e 30 minutos no deslocamento de retorno (1h:37min).

O projeto envolveu a aquisição da frota pela empresa, sendo atualmente o transporte realizado por terceiros. Avaliou-se os custos referentes à compra e manutenção dos caminhões, bem como os custos referentes à manutenção de estradas. A receita foi obtida pelo valor que a empresa deixaria de pagar pelo atual contrato firmado com terceiros no transporte da madeira.

Além das variáveis econômicas, avaliou-se as incertezas que influenciam na viabilidade do empreendimento.

### **2.2 Custos e receitas**

A avaliação do custo operacional para a composição veicular de carga foi executada pela metodologia da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations – 1956), proposta por Freitas et al. (2004) e adaptada para a realidade do estudo.

O respectivo custo foi classificado em fixo (custos independentes da distância percorrida) e variável (custos que variam de acordo com a distância percorrida), conforme Minette et al. (2008).

Em relação às receitas, considerou-se o valor de mercado do frete pago para cada metro cúbico de madeira transportado, de acordo com informações técnicas disponibilizadas pelas próprias empresas terceirizadas da região de estudo, sendo este equivalente a US\$ 3,02/m<sup>3</sup>, para uma distância de 20 quilômetros de transporte, sendo os caminhões com capacidade média de 55 metros cúbicos.

A cotação dos valores foi estabelecida em dólares, visando conferir um caráter menos temporal às análises efetuadas. Adotou-se, portanto, a cotação do dia 21 de fevereiro de 2018 (R\$ 3,26 = US\$ 1,00).

### **2.3 Análises Econômicas**

Após determinação de custos e receitas inerentes à atividade avaliada, procedeu-se uma análise econômica empregando como ferramenta os seguintes critérios: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Anual Equivalente (VAE), Razão Benefício Custo (RB/C), Tempo de Retorno do capital (PayBack) e Custo Médio de Produção (CMP), conforme Silva et al. (2005) e Rezende e Oliveira (2013).

A análise foi realizada considerando a vida útil de 10 anos para os veículos de transporte. Para a depreciação, adotou-se uma taxa de 10% ao ano, referente ao desgaste do veículo. De acordo com Oliveira (2000), todos os bens, sejam eles máquinas, equipamentos ou instalações, sofrem desgaste, sendo este responsável pela perda em relação ao custo real do ativo. Além da depreciação, acrescentou-se um fator de 0,1% para os custos de manutenção, consumo de combustível, graxas e lubrificantes. Para o custo de seguro, todavia, houve uma redução de 0,1%.

### **2.4 Análise de Risco**

De posse dos indicadores econômicos, realizou-se a análise de risco da atividade. As alterações nas variáveis de mercado podem ocorrer de forma natural ou motivadas, e estas promovem oscilações nas curvas de oferta e demanda, bem

como na viabilidade da atividade como um todo. Utilizou-se, portanto, o *software @RISK* para a análise dos dados. O programa é desenvolvido para realizar simulações pelo método de Monte Carlo, que permite imitar a realidade com a geração de modelos e cenários aleatórios, afligindo de forma integrada a planilha do EXCEL (PALISADE CORPORATION, 2002).

Para as simulações dos cenários foram feitas considerações das possíveis variações nos valores de frete, manutenção de estrada, número de viagens realizadas, taxa de juros e valor de aquisição do veículo, que poderiam ter influência na rentabilidade do transporte florestal, sendo estes empregados como variáveis de entrada no programa.

Realizou-se 10.000 iterações, utilizando como base a distribuição triangular uniforme, conforme Fonseca (2013), Cordeiro et al. (2010) e Bentes-Gama et al. (2005). De acordo com Souza e Frizzone (2003), as distribuições triangulares e uniformes são as mais utilizadas nas ciências agrárias e na economia, por se apresentarem mais simples e terem o benefício de não precisarem de muitos dados de um determinado evento. Como variáveis de saída foram avaliados os critérios econômicos VPL.

Com base nos respectivos indicadores de viabilidade econômica foram realizadas estatísticas descritivas e qualitativas na ordem de valores mínimos, máximos, médios, moda e desvios-padrão para gerenciamentos dos riscos. A partir dos dados gerados na elasticidade foi possível classificar a ordem de importância das respectivas variáveis de entrada no retorno financeiro da atividade avaliada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análises de custos e receitas

Para atender à demanda da empresa avaliada são realizadas, em média, 4 (quatro) viagens por dia, para cada caminhão, com a distância de 20 km entre as áreas de corte e o centro de processamento (fornos). A empresa conta com uma meta de 1000 m<sup>3</sup> de madeira transportados por dia, tendo necessidade de 5 (cinco) bitrens para suprir sua demanda diária.

A Tabela 1 apresenta os valores de custos horários para um veículo de transporte e para o número necessário para atender à demanda diária da empresa.

**Tabela 1** – Relação dos custos em US\$ h<sup>-1</sup> do transporte florestal rodoviário com uso do Bitrem no litoral norte da Bahia, para manutenção de um caminhão e da frota

<b>Custos</b>	<b>Caminhão</b>	<b>Frota</b>
Fixos	12,986	64,93
Variáveis	47,11	235,55
De pessoal	10,20	51,00
Administrativo	5,69	28,45
Manutenção de estrada	17,88	17,88
<b>Total</b>	<b>93,87</b>	<b>397,81</b>

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Os custos variáveis são os mais expressivos dentro do processo de avaliação econômica do transporte florestal, como já observado por Freitas et al. (2004). O custo de manutenção de estradas permaneceu inalterado para a demanda de 1 (um) ou 5 (cinco) caminhões diários, o que pode mostrar resultados diferentes caso haja uma demanda maior de madeira e um maior volume de tráfego.

#### 3.2 Análises econômicas

A avaliação econômica foi positiva em todos os critérios avaliados, VPL US\$ 217.286,37; VAE US\$ 31.655,57 por ano; CMP US\$ 2,70 por km transportado; RB/C 1,12 e TIR 69% por ano. O alto investimento inicial na aquisição de veículos de transporte fez com que os três primeiros anos configurassem em prejuízos, sendo o

payback descontado avaliado em 3,01 anos, ou seja, o tempo de retorno do capital ocorreu a partir do terceiro ano após o investimento inicial. Com o decorrer do tempo, o retorno financeiro tornou-se maior, sendo esta tendência observada em trabalhos realizados para a análise econômica de transportes, conforme relatado por Tarichi et al. (2013) e Savi et al. (2012).

Os resultados das análises configuraram, portanto, viabilidade econômica para todos os indicadores avaliados, considerando uma taxa de desconto de 7,50 % a.a.

Ao considerar o retorno financeiro da atividade visando o suprimento diário total de madeira para a empresa (1000 m<sup>3</sup>), com aquisição de 5 (cinco) veículos de transporte, as análises se mostraram positivas com VPL de US\$ 1.977.269,14 e valores anuais na ordem de US\$ 288.060,29 para o horizonte de planejamento de 10 anos (VAE). O custo de produção no transporte foi de US\$ 2,44, valor este inferior ao custo médio cobrado pelo frete nas empresas regionais (US\$ 3,02), configurando atratividade ao empreendimento. A TIR mostrou-se expressivamente superior à taxa anual de juros adotada (40,30% > 7,50), indicando um adicional bastante expressivo em relação à taxa mínima de atratividade.

### 3.3 Análises de risco

Por meio do programa @RISK foram realizadas simulações dos possíveis cenários de forma a contextualizar as projeções de viabilidade ou inviabilidade econômica para o segmento de transporte florestal. Na Tabela 2 é possível observar as estatísticas geradas pelas simulações.

**Tabela 2** – Estatísticas para o VPL na análise de risco no transporte florestal rodoviário com o uso do Bitrem, no litoral norte da Bahia

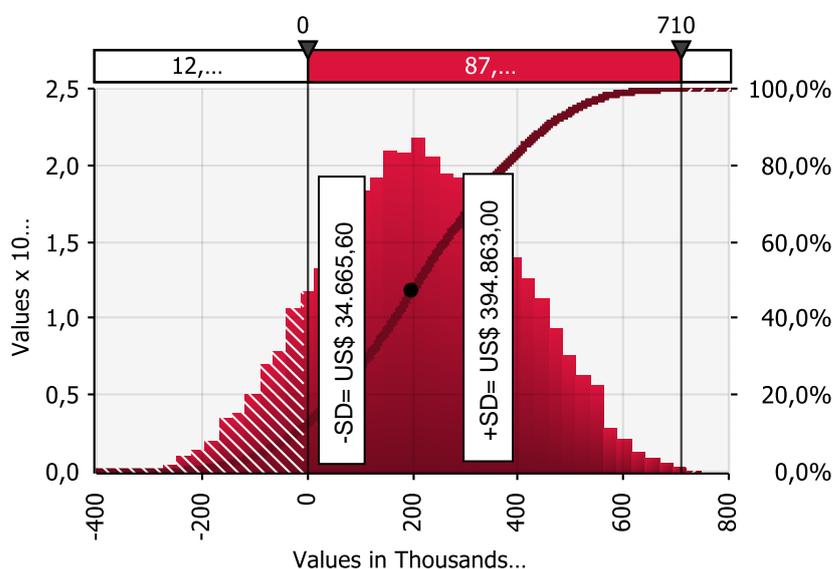
Descrição	Variável de Entrada		Variáveis de Saída			
	VPL	A.V	N.v	J	F	M
Mínimo	- 299.175,20	112.965,20	3,20	0,06	2,42	3.705,65
Máximo	745.702,40	169.165,90	4,79	0,09	3,61	5.538,44
Média	214.764,30	141.104,30	4,00	0,08	3,02	4.616,13
Desvio Padrão	180.098,70	11.521,74	0,33	0,01	0,25	376,93
Skewness	0,00	0,00	0,00	0,00	- 0,01	0,00
Moda	187.194,40	140.962,80	4,00	0,08	3,02	4.611,50
Percentis						

5%	- 83.257,55	121.801,00	3,45	0,06	2,60	3.984,77
10%	- 21.997,31	125.498,10	3,56	0,07	2,68	4.105,59
15%	20.349,62	128.336,40	3,64	0,07	2,74	4.198,53
20%	56.423,05	130.730,80	3,71	0,07	2,79	4.276,72
50%	213.524,60	141.102,20	4,00	0,07	3,02	4.616,06
95%	512.608,20	160.400,70	4,55	0,09	3,43	5.247,19

Em que: AV: aquisição do veículo, Nv: número de viagens, J: juros, F: frete; M: manutenção de estrada.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

A ilustração do cenário sobre o risco de investimento pode ser observada na função de densidade de probabilidade simulada do VPL para o transporte florestal, conforme a Figura 1.



**Figura 1** – Probabilidade de distribuição relativa e acumulada do VPL para o transporte florestal para o veículo bitrem aos 10 anos de uso e para a distância de 20 km.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

É possível observar a presença da curva de frequência acumulada, a probabilidade de existirem valores positivos e negativos para o VPL e o círculo preto indicando a média. Também é possível analisar que houve uma dispersão considerável dos dados em torno da média, expressa pelo desvio padrão da média, porém essa variação não proporciona a ocorrência de VPL's negativos.

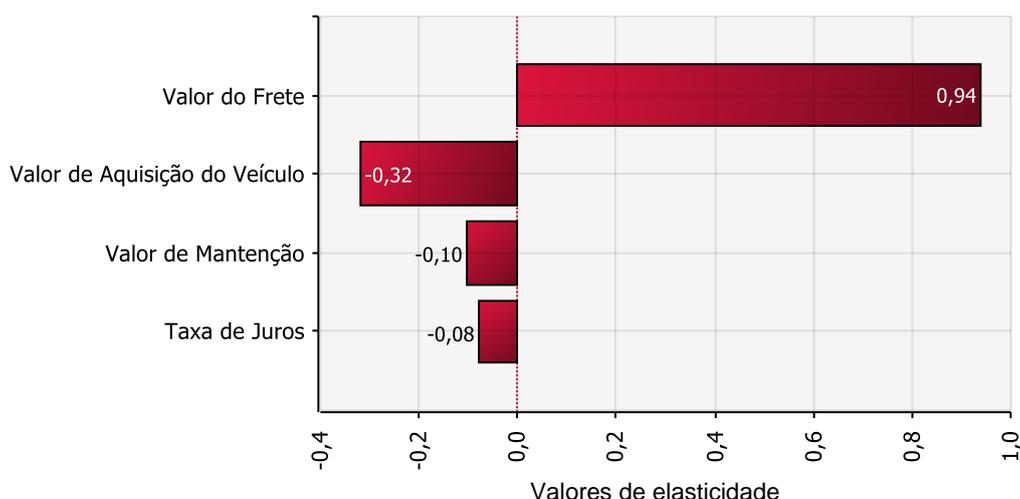
Agregando-se os resultados aos valores encontrados pela análise econômica tradicional, pode-se afirmar que o projeto possui pequena possibilidade de risco ao suportar as variações no valor do frete, referente ao transporte de cada metro cúbico da madeira. Isto pode ser melhor entendido a partir da estimativa de que apenas 12,5% dos valores apresentam-se menores que zero; justificado pelo fato de que,

para Hacura et al. (2001), geralmente, o projeto é bastante seguro quando a probabilidade de se obter Valor Presente Líquido (VPL) negativo é menor que 20%. Os valores modais se apresentaram um pouco distantes dos valores da média, porém não se distanciaram de forma significativa a promover valores negativos em nenhum dos indicadores.

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. Apesar de ter encontrado indicativo de risco semelhante ao trabalho em questão, no estudo de Castro et al. (2007), mais variáveis foram contextualizadas, como custos de implantação, condução, corte, colheita e da venda da madeira propriamente dita, além de condições de distâncias divergentes do trabalho aqui realizado.

Dessa forma, torna-se necessário considerar que o valor crítico da 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 e cenário de produção.

Em relação à análise da elasticidade das variáveis, segundo Fonseca (2013), entende-se que os valores positivos apontam uma relação direta entre as variáveis, ocorrendo uma relação inversa quando os valores são negativos. As variáveis que afetaram o VPL, na sua ordem de importância, estão dispostas na Figura 2.



**Figura 2** – Análise de sensibilidade com base nas elasticidades das variáveis de entrada em função da influência do VPL do transporte florestal com o uso do Bitrem, no litoral norte da Bahia. Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Na Tabela 3, consta um ranqueamento das variáveis de entrada de acordo com a influência no resultado do VPL. Os valores positivos da elasticidade indicam que a relação entre as variáveis é diretamente proporcional, e os negativos indicam uma relação inversamente proporcional. Foi possível observar nos cenários de elasticidade que o valor do frete foi a variável que mais influenciou no resultado final da variável de saída, VPL, aferindo que, na proporção do sistema em uma escala de 0 a 1, a oscilação dessa variável influencia positivamente em 0,94. Em contrapartida, nessa mesma proporção, o valor de aquisição da máquina influencia em 0,32 para o decréscimo do VPL. Dessa forma, essas variáveis merecem maior atenção quanto às oscilações de valores no mercado.

#### 4. CONCLUSÃO

O custo operacional foi de US\$ 93,87 h<sup>-1</sup> para um caminhão e US\$ 397,81 h<sup>-1</sup> para a frota, sendo os custos variáveis os mais expressivos em relação ao total.

A atividade de transporte florestal apresentou retorno econômico positivo para os indicadores (VPL, VAE, TIR, CMP, B/C) e para os cenários avaliados (por caminhão e para a frota, atendendo à demanda da empresa).

O risco se apresentou pequeno, não demonstrando insegurança significativa na atividade avaliada, apresentando apenas 12,5% de possibilidade de VPL's negativos.

A incorporação da atividade de transporte da madeira com o uso do Bitrem por parte da empresa que realiza a produção da matéria-prima, tendo como retorno o valor que a mesma pagaria pelo frete, caso o serviço fosse terceirizado, mostrou-se atrativa e com capacidade para recuperação do capital investido em um curto período de tempo (3,01 anos), considerando um horizonte de 10 anos, não apresentando risco significativo.

## 5. REFERÊNCIAS

BENTES-GAMA, M. M.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'Oeste- RO. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 401-411, 2005.

BERGER R.; TIMOFEICZYK JÚNIOR, R.; CARNIERI, C.; LACOWICZ. P. G.; SAWINSKI JUNIOR, J.; BRASIL, A. A. Minimização de custos de transporte florestal com a utilização da programação linear. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 53-62, 2003.

BRAMUCCI, M.; SEIXAS, F. Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita florestal. **ScientiaForestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 62 - 74, 2014.

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

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Rentabilidade e risco de investimento na produção de palmito de pupunha (*BactrisgasipaesKunth*). **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 53-59, jan./mar. 2010.

FONSECA, D. A. **Avaliação de risco da produção de carvão vegetal em propriedades rurais no Alto Jequitinhonha**. Diamantina-MG: UFVJM, 2013, 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2013.

FREITAS, L. C; MARQUES, G. M; SILVA, M. L; MACHADO, R; MACHADO, C. C. Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, 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. **EuropeanPhysicalJournal B**, New York, v. 20, n. 4, p. 551-553, 2001.

MINETTE, L. J.; SILVA, E. N.; FREITAS, K. E.; SOUZA, A. P.; SILVA, E. P. Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada em Niquelândia, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Impresso), v. 12, p. 6, 2008.

OLIVEIRA, M. D. M. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus**: avaliação de uma frota. São Paulo-SP: USP, 2000, 51 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.

PALISADE CORPORATION. **Risk analysis and simulation add-in for Microsoft Excellor Lotus 1-2-3**. New York: Palisade Corporation, 2002.

SAVI, A. F.; CANEPPELE, F.; OLIVEIRA, M.R.G. Custeio de Diferentes Tipos de Transporte Rodoviário no Setor Madeireiro de Itapeva. **Floresta e Ambiente**, v. 19, p. 147-154, 2012.

SILVA, C. B.; SANT ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do feller-buncher utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

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** (Impresso), Maringá, v. 25, n. 2, p. 399-408, 2003.

TARICHI, A. P.; CHIQUITO, A. R.; FERREIRA, R. U. Análise de Viabilidade Econômico Financeira no Setor de Logística em uma Indústria de Andradina/SP. **Revista InterAtividade**, Editora Firb. Andradina, SP, v. 1, n. 1, 1º sem. 2013.

## 6. CONCLUSÃO GERAL

Os custos operacionais observados indicaram que a distância é um fator significativo e expressivo para os custos totais do transporte.

Houve viabilidade econômica em todas as análises realizadas de acordo com os critérios VPL, VAE, TIR, RB/C e CMP.

A incorporação da atividade de transporte florestal pela empresa fornecedora de matéria-prima se configura viável e atrativa.

A pesquisa mostrou cenário de risco apenas para a distância de 10 km, observando-se para as outras distâncias riscos insignificantes. As variáveis de maior influência na análise de sensibilidade foram os valores do frete e de aquisição do veículo.

A incerteza de risco é relativa e deve ser discutida e avaliada de acordo com as variáveis mais influentes no resultado, sendo que nos casos em estudo: valores de frete e aquisição de veículo.

Por fim, a análise de risco é uma ferramenta útil que melhora o investimento e suas decisões.