



Desenvolvimento de uma metodologia para cálculo de distância limite para transporte de madeira

Development of a methodology for calculating the distance limit for timber transport

Jairine Polyana Gaioski*, Prof. Dr. Aldo Braghini Junior†

RESUMO

O Brasil é o maior produtor de carvão vegetal no mundo, e seu mercado apresenta números expressivos de produção, principalmente ao se relacionar a produção do carvão vegetal com a produção siderúrgica brasileira. Ao observar as características da cadeia produtiva do carvão vegetal nota-se que grande parte é composta de pequenos produtores, estes por sua vez possuem dificuldades na gestão de sua produção, principalmente no gerenciamento de custos. Ao realizar um levantamento bibliográfico identificou-se que um dos custos mais impactantes é o de transporte da lenha, que é a matéria-prima do carvão vegetal, e um dos fatores diretamente relacionado ao custo do transporte é a distância do transporte da madeira da floresta até a praça de carbonização. A partir desse cenário a questão de partida deste estudo é: “Como é a composição dos custos de transporte de matéria prima e qual o impacto de cada parcela no custo total do transporte florestal?”. Além disso, esse estudo também teve como objetivo estabelecer o equacionamento do custo variável de transporte da lenha para a produção do carvão vegetal, com a variação da distância percorrida e simular um cenário para verificar o comportamento das parcelas de custo.

Palavras-chave: Carvão vegetal; Custo de transporte florestal; Viabilidade econômica; Distância limite de transporte.

ABSTRACT

Brazil is the largest producer of charcoal in the world, and its market has significant production figures, especially when it relates charcoal production to Brazilian steel production. When observing the characteristics of the charcoal production chain, it is noted that a large part is made up of small producers, who in turn have difficulties in managing their production, especially in managing costs. When conducting a literature review, it was identified that one of the most impacting costs is the transport of firewood, which is the raw material for charcoal, and one of the factors directly related to the cost of transport is the distance of transporting wood from the forest to the carbonization square. From this scenario, the starting question of this study is: “How is the composition of raw material transport costs and what is the impact of each parcel on the total cost of forest transport?”. In addition, this study also aimed to establish the equation of the variable cost of transporting firewood for the production of charcoal, with the variation of the distance traveled and to simulate a scenario to verify the behavior of the cost parcels.

Keywords: Charcoal; Forest transport cost; Economic viability; Transport limit distance.

1 INTRODUÇÃO

O carvão vegetal é uma das principais fontes de energia utilizadas em todo mundo, aliado a isso, existe a tendência de valorização no uso energético da biomassa, e por ser uma fonte renovável, é uma alternativa ao uso de combustíveis fósseis (SANTOS; HATAKEYAMA, 2012, p.312). O Brasil é líder mundial na produção

* Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; jairine.gaioski@gmail.com

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa; aldo@utfpr.edu.br



de carvão vegetal, grande parte do que é produzido, é vendido para o mercado nacional. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética do Brasil (2019), o maior consumidor de carvão vegetal no Brasil foi a indústria siderúrgica, que consumiu mais de 70% de toda produção. De acordo com o CGEE (2015), entre 2003 a 2012, o setor siderúrgico teve um consumo médio anual de 6,9 milhões de toneladas de carvão vegetal, outro dado importante revelado é de que 70% da produção de carvão vegetal no Brasil é proveniente de pequenos e médios produtores. Ao adentrar no cenário de produção desses pequenos e médios produtores verifica-se o desconhecimento dos produtores e empresários com relação à importância das informações obtidas através da contabilidade que podem trazer mais segurança e clareza na tomada de decisões. Além disso, segundo Crepaldi (2009) existe uma mentalidade conservadora destes produtores que utilizam da experiência adquirida ao longo do tempo para manter seus controles.

Ao explorar pela literatura estudos de análise econômica, é notável que dentro da cadeia produtiva do carvão vegetal os custos florestais, ou seja, aqueles compreendidos na etapa de aquisição de matéria-prima são os maiores influenciadores nos custos totais do carvão vegetal. E ao analisar especificamente os custos de matéria-prima - a lenha de eucalipto – percebe-se que as atividades que envolvem maior custo são de colheita e transporte, englobados pelos custos logísticos da cadeia produtiva de carvão vegetal. De acordo com Silva et al. (2007), dentro dos custos de transporte da lenha, um dos fatores relevantes é a distância percorrida, quanto mais longo for o trajeto percorrido, maior o custo unitário por volume de madeira transportada. Empiricamente os pequenos produtores conhecem uma distância máxima para a busca da matéria-prima do carvão vegetal (madeira), que viabiliza a produção, ou seja, se obtém lucro, porém não se sabe com exatidão qual é essa distância. Deste modo esta pesquisa vem colaborar com suas teorias e ferramentas gerenciais, afim de se otimizar a produção do carvão vegetal, especialmente na gestão dos custos, com a finalidade de ajudar os pequenos produtores a obterem melhores resultados produtivos através de uma tomada de decisão mais assertiva na aquisição de matéria-prima no processo de carvão vegetal. O presente estudo buscou identificar a composição dos custos de transporte e o impacto de cada parcela no custo total do transporte florestal e através disso estabeleceu o equacionamento do custo variável de transporte da lenha para a produção do carvão vegetal, com a variação da distância percorrida.

2 MÉTODO

Para alcançar os objetivos do estudo a metodologia foi dividida em 5 etapas. A primeira consistiu no levantamento das parcelas de custo através da literatura, onde os custos de transporte foram levantados através de uma Revisão Bibliográfica Sistematizada, na sequência realizou-se uma seleção dos artigos que citam as parcelas do custo de transporte, e posteriormente foram selecionados os artigos que demonstravam as equações dessas parcelas. A segunda etapa buscou realizar a identificação e classificação das parcelas do custo de transporte de acordo com o número de citações pelos autores encontrados.

A terceira etapa teve como objetivo realizar o agrupamento das parcelas e suas respectivas equações identificadas na etapa anterior e classificar as parcelas em custos fixos e variáveis. Na quarta etapa foram selecionadas apenas as parcelas de custos variáveis de transporte (para atender ao objetivo do estudo), na sequência foi desenvolvido o equacionamento da fórmula para o cálculo do Custo variável total de transporte dependente da distância. Na quinta, e última etapa a equação do custo variável total de transporte foi aplicada em um cenário pré definido e em seguida foram analisados os comportamentos das parcelas de custo variável e a composição total do custo variável formado pelas respectivas parcelas.



3 RESULTADOS

A primeira etapa deste estudo teve como objetivo o levantamento das parcelas do custo de transporte da matéria-prima do carvão vegetal, através da literatura. Para isso, foram levantados artigos que abordam os custos de transporte em geral, e também os custos que ocorrem no transporte florestal. Na sequência foi realizada uma triagem entre esses artigos, levantando as parcelas de custo que eram citadas, e posteriormente, foram selecionados apenas os artigos que demonstravam as equações utilizadas para o cálculo das parcelas de custo citadas nos estudos. Foram identificadas as parcelas que eram mais citadas entre os autores, para priorização e agrupamento dos custos. A partir desse número de citações, foi possível verificar que as que apresentam maior número são utilizadas com maior frequência, sendo mais representativas do que as menos citadas. As parcelas menos citadas não são menos importantes, o que foi identificado é que estas parcelas em outros estudos estão inclusas em outras parcelas que apresentaram maior número de citações.

Usando desse critério, para este estudo foram utilizadas as parcelas de custo que apresentam duas ou mais citações entre os autores selecionados. Outro caso, são as parcelas que abrangem o mesmo custo, porém com nomenclaturas diferentes entre os autores. A partir dessas análises foram realizados os agrupamentos das parcelas representativas do custo de transporte florestal e estas foram classificadas em custos fixos ou variáveis. Custos fixos são os custos que não variam quando existe variação no volume de atividades, ou seja, número de viagens realizadas para o transporte da madeira, já os custos variáveis apresentam variação de acordo com o número de viagens realizadas. As parcelas classificadas em custos fixos foram: Abrigo de garagem, Administração, Depreciação, Impostos e demais taxas sobre veículo motorizado, Juros, Retorno sobre o capital, Salários e Encargos Sociais e Seguro privado. As parcelas classificadas em custos variáveis foram: Combustíveis, Lavagem e lubrificação, Óleos e fluidos lubrificantes, Peças e materiais de reposição, Pedágios, Pneus/câmaras/recapagens e Reparos e Manutenção. Com as parcelas e suas equações já identificadas, o próximo passo é estabelecer o custo total de transporte. Para obter o custo total de transporte é preciso fazer o somatório dos custos fixos e custos variáveis.

Antes de realizar o equacionamento da fórmula da distância-limite de transporte de lenha, foi verificado que a distância é uma grandeza variável, por esse motivo, foram consideradas apenas as parcelas de custo variável, como o custo fixo não varia de acordo com a variação do volume de atividades, não foi considerado nesse estudo. Para prosseguir o equacionamento, foram consideradas apenas as parcelas que em seus cálculos abrangiam a quilometragem percorrida, por isso desconsiderou-se as parcelas Pedágios e Reparos e Manutenção. Para encontrar a equação para o custo variável do transporte por quilômetro percorrido, as equações encontradas na literatura foram adaptadas para o resultado ser dado em R\$/km. As equações de cada parcela ficaram da seguinte forma:

Quadro 1- Equação da Parcela de Custo por Quilômetro Percorrido

Parcela de Custo	Equação da Parcela de Custo por Quilômetro Percorrido
Combustíveis	$C = \frac{\text{Preço por litro (R\$/km)}}{\text{Consumo médio (km/l)}}$
Lavagem e Lubrificação	$LL = \frac{\text{Custo de lavagem} * \text{N}^\circ \text{ mensal de lavagens}}{\text{Quilometragem mensal}}$
Óleos e fluidos lubrificantes	$OFL = \text{Custo com combustível (R\$/km)} * \text{Fator de correção}$
Peças e materiais de reposição	$PMR = \frac{\text{(Total do investimento (Veículo + Carreta)} * \text{Índice para cálculo})}{\text{Quilometragem média mensal}}$
Pneus/câmaras/ recapagens	$PCR = \frac{\text{(Pneus novos + Conserto + Recapagem)} * \text{N}^\circ \text{ pneus}}{\text{Fator de Segurança}} * \text{Km média mensal (total pneus)}$



Ao somar as parcelas de cada custo variável por quilômetro percorrido, consegue-se verificar o custo total dependente da distância percorrida, que é a soma das parcelas de custo multiplicado pela distância percorrida, como mostra a equação 1:

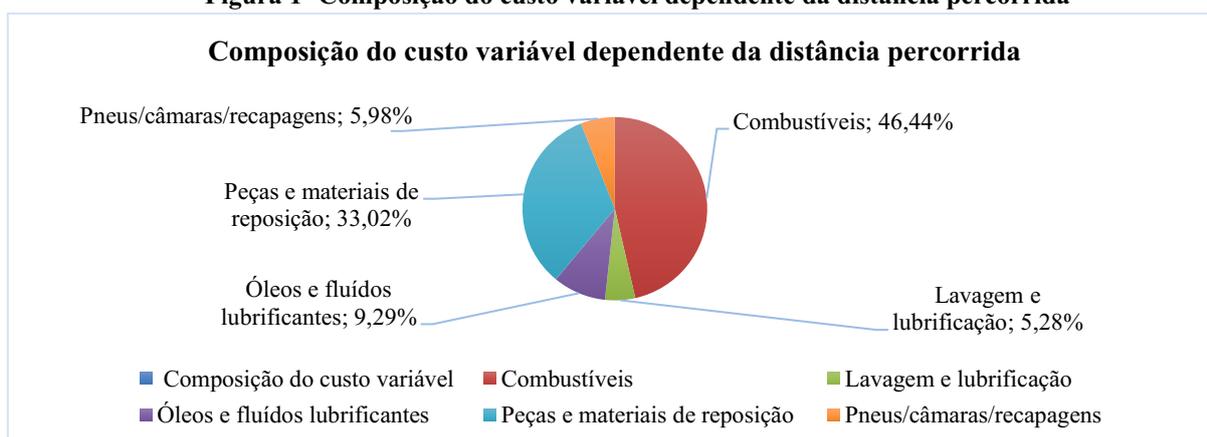
$$\text{Custo variável total dependente da distância} = (C + LL + OFL + PMR + PCR) * \text{Quilometragem percorrida} \quad (1)$$

Com esta equação estabelecida, o próximo passo do estudo foi aplicar o uso da fórmula em um cenário pré definido com valores médios praticados nas parcelas de custos variáveis e analisar a sensibilidade de cada parcela na composição do custo total dependente da distância. Foram simulados os custos para rotas (distância entre matéria prima e UPC) de 50, 75, 100, 125 e 150 km. Neste cenário foi considerado uma carreta à diesel com o valor de aquisição de R\$ 220 mil, que realiza 20 viagens por mês, ou seja, 40 viagens totalizando idas e voltas, com o consumo médio de 1,9 km/l, contando com 10 pneus em sua estrutura e 2 lavagens por mês.

Os valores médios dos componentes dos custos variáveis dependentes da distância percorrida envolvidos foram consultados e considerou-se R\$4,18 o litro do combustível (Diesel), R\$250,00 para o custo unitário da lavagem, R\$1.500,00 para cada pneu, R\$500,00 para recapagem por pneu. Foi utilizado um fator de correção de 20% para o cálculo do custo de Óleos e fluídos lubrificantes, um índice para cálculo de 0,013 para o custo de Peças e Materiais de reposição, e um fator de segurança de 1,1 para o custo de Pneus/Câmaras/Recapagens.

Ao aplicar os valores da situação simulada, nas equações do Quadro 1, resultou nos seguintes valores de custos variáveis por distância percorrida: Combustíveis (R\$2,20/km), Lavagem e lubrificação (R\$0,25/km), Óleos e fluídos lubrificantes (R\$0,44/km), Peças e Materiais de Reposição (R\$1,56) e Pneus/câmaras/recapagens (R\$0,28/km). Com os valores do custo variável por distância percorrida encontrados para cada parcela, é possível identificar a composição do custo total e qual a representatividade de cada parcela para sua totalidade, com esses valores foi possível plotar o gráfico da Figura 1.

Figura 1- Composição do custo variável dependente da distância percorrida



O gráfico da Figura 1 mostra que a maior parcela do custo variável dependente da distância percorrida é o custo de Combustíveis, representando 46,44% do total, seguida dos custos com Peças e materiais de reposição com 33,02%, e os percentuais menores nos custos de Óleos e fluídos lubrificantes com 9,29%, Pneus/câmaras/recapagens com 5,98% e Lavagem e lubrificação com 5,28%. Na sequência, foram multiplicados os valores dos custos variáveis pela distância total percorrida durante o mês, variando a distância da rota, para verificar o quanto a distância aumentaria o custo variável total, os valores calculados estão na Tabela 1.

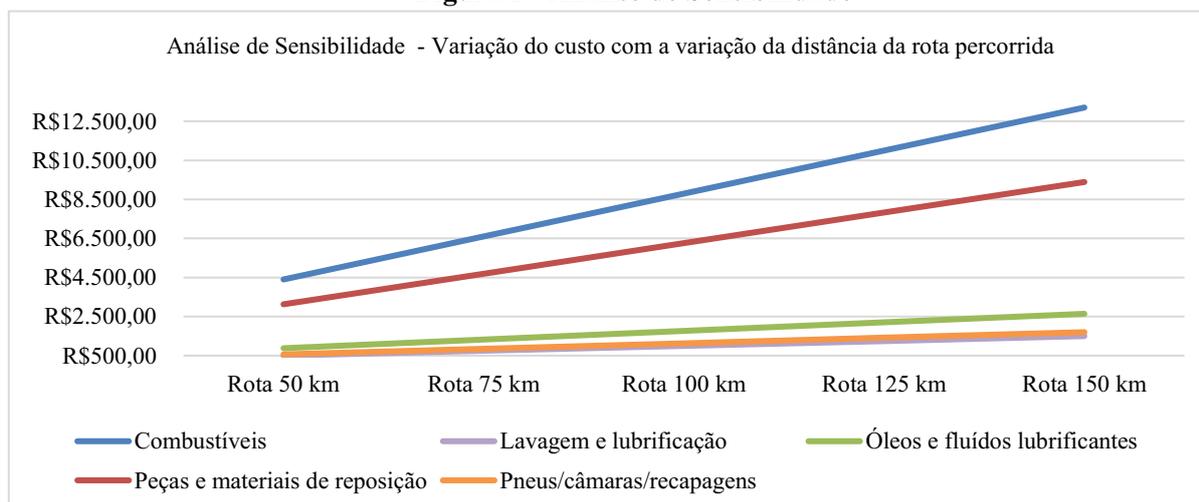


Tabela 1- Custo variável total do cenário simulado com variação na distância da rota

Custos variáveis x Distância					
Custos variáveis	Rota 50 km	Rota 75 km	Rota 100 km	Rota 125 km	Rota 150 km
Combustíveis	4.400,00	6.600,00	8.800,00	11.000,00	13.200,00
Lavagem e lubrificação	500,00	750,00	1.000,00	1.250,00	1.500,00
Óleos e fluídos lubrificantes	880,00	1.320,00	1.760,00	2.200,00	2.640,00
Peças e materiais de reposição	3.129,10	4.693,65	6.258,21	7.822,76	9.387,31
Pneus/câmaras/recapagens	566,50	849,75	1.133,00	1.416,25	1.699,50
CUSTO VARIÁVEL TOTAL DEPENDENTE DA DISTÂNCIA	R\$ 9.475,60	R\$ 14.213,40	R\$ 18.951,21	R\$ 23.689,01	R\$ 28.426,81

Ao analisar os resultados obtidos no custo variável total dependente da distância, é possível perceber que entre a rota de 50 km e 75 km, com o acréscimo de 25 km na rota (50 km somando a viagem de ida e volta) houve um aumento de 50% no custo variável total, entre 75 km e 100 km o aumento no custo foi de 67%, entre 100 km e 125 km aumentou 75% e entre 125 km e 150 km o aumento foi de 80%. Com esses valores é possível verificar que quanto maior a distância percorrida, maior será o custo variável total, porém não é possível afirmar que existe uma linearidade no crescimento, pois quanto maior é a variação da distância maior será o custo variável total. Com os valores calculados, apresentados na tabela 1, foi construído o gráfico da Figura 2, para mostrar a variação da parcela de custo variável variando a distância da rota percorrida.

Figura 2 - Análise de Sensibilidade



O gráfico da Figura 2 mostra o comportamento das variáveis quando a distância da rota varia, é possível perceber que as retas com maior inclinação são o custo de Combustíveis e de Peças e materiais de reposição, essas parcelas são as que apresentaram o maior custo, e com o gráfico pode-se concluir que também apresentam maior sensibilidade à variação da distância da rota.



4 CONCLUSÃO

Com o estudo desenvolvido foi possível identificar através da literatura as parcelas de custo mais utilizadas nos cálculos do custo de transporte florestal, a partir delas para o estudo foram agrupadas em Combustíveis, Lavagem e lubrificação, Óleos e fluídos lubrificantes, Peças e materiais de reposição e Pneus/câmaras/recapagens, na sequência estas parcelas foram classificadas, organizadas e possibilitaram gerar uma nova equação de custo variável total diretamente relacionada com a distância percorrida no transporte. Com o equacionamento do custo variável de transporte dependente da distância percorrida, foi possível simular um cenário pré definidos, utilizando os preços médios dos custos envolvidos, e observar como essas parcelas se comportam de acordo com a distância do transporte. Com o cenário calculado foi possível verificar que as parcelas que apresentaram maior percentual do custo variável total dependente da distância percorrida foram Combustíveis, representando 46,44% da totalidade, seguido por Peças e Materiais de Reposição com 33,02%, as demais parcelas apresentaram menos de 10% de representatividade. Além disso, o estudo evidenciou o fato de quanto maior a variação na distância percorrida, maior será a variação do custo variável total, demonstrando a relevância e oportunidades que essas duas variáveis podem trazer para os estudos que envolvem os custos de transportes buscando viabilidade econômica na atividade produtiva do carvão vegetal.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Brasil a qual me contemplou com uma bolsa que possibilitou a execução desta pesquisa, agradeço também todo apoio do orientador Aldo Braghini Junior ao longo deste estudo.

REFERÊNCIAS

- CGEE. **Modernização da produção de carvão vegetal no Brasil**: subsídios para revisão do Plano Siderurgia. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.
- CREPALDI, Silvio Aparecido. **Contabilidade rural, uma abordagem decisória**. 4. ed. revista, atualizada e ampliada – São Paulo: Atlas, 2009.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). **Balanco Energético Nacional 2019**: Ano base 2018 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2019
- SANTOS, Sueli de Fátima Oliveira Miranda; HATAKEYAMA, Kazuo. **Processo sustentável de produção de carvão vegetal quanto aos aspectos**: ambiental, econômico, social e cultural. *Produção*, v.22, n.2, p.309-321, 2012.
- SILVA, Márcio Lopes da et al. **Análise do custo e do raio econômico de transporte de madeira de reflorestamentos para diferentes tipos de veículos**. *Revista Árvore*, [s.l.], v. 31, n. 6, p. 1073-1079, dez. 2007.