

IMPACTO DA SUBSTITUIÇÃO DO COMBUSTÍVEL ÓLEO DIESEL POR BIOCOMBUSTÍVEIS NA REDUÇÃO CUSTOS PARA FRETISTAS AUTÔNOMOS: UM ESTUDO COMPARATIVO

Laelso Luiz de Paiva Junior, Alexandre Eduardo de Souza Júnior, Scarlett Emanuelle Ferreira Soares

Resumo: O setor de logística e entrega representa uma parcela significativa da economia no Brasil, muito em face da adoção de um modelo rodoviário de circulação de bens e serviços. Entretanto, nas últimas décadas tem aumentado as preocupações com as questões ambientais envolvidas nesse setor, isso porque, os veículos de entrega utilizam, expressivamente, o óleo diesel como fonte de energia para realizar o serviço, e esse combustível é oriundo do petróleo, fonte fóssil e não renovável, além de altamente poluente. Aliado a isso, a política atual de preços do combustível tem gerado impactos negativos no setor, evidenciado por diversas discussões e crises, inclusive, com a greve dos trabalhadores fretistas, além de impactos nos preços do frete. Assim, o presente trabalho, possui o objetivo de analisar como a substituição do combustível diesel por biocombustíveis impacta na redução de custos em uma cooperativa de fretistas de Betim/MG. Tendo em vista as ideias de redução de custos na cadeia, competitividade e sustentabilidade.

Palavras- Chave: Engenharia de Produção; Óleo diesel; biocombustíveis; Gerenciamento de custos; vantagem competitiva.

Impact of the Replacement of diesel oil fuel by Biofuels on Reduction Costs For Autonomous Freitas: A Comparative Study

Abstract: The logistics and delivery sector represents a significant portion of the economy in Brazil, largely due to the adoption of a road model for the circulation of goods and services. However, in recent decades there has been a growing concern about the environmental issues involved in this sector, because delivery vehicles use diesel fuel significant as a source of energy to perform the service, and this fuel comes from petroleum, a fossil source. and non-renewable, as well as highly polluting. Allied to this, the current policy of fuel prices has had negative impacts on the sector, evidenced by several discussions and crises, including the strike of the fretista workers, as well as impacts on freight prices. Thus, the present work aims to analyze how the substitution of diesel fuel for biofuels impacts the cost reduction in a Belo Horizonte charterers cooperative. Keeping in mind the ideas of chain cost reduction, competitiveness and sustainability. **Keywords:** Production Engineering; Diesel oil; biofuels; Cost management; competitive advantage

1. Introdução

Embora tenha sido largamente utilizado ao longo dos últimos séculos, na atualidade, o óleo diesel, proveniente de combustíveis fósseis, não possui a mesma funcionalidade, custos e valor econômico e ambiental de antes. Assim, conforme avançam as agendas de cunho ambientais e o mercado do petróleo oscila em seus preços, cresce o interesse por fontes alternativas de combustíveis como os provenientes de origem vegetais como girassol, pinhão

e cana de açúcar. Essas fontes alternativas têm se mostrado bastante atrativas, levando em conta o aspecto ambiental, o fato de ser uma fonte renovável de energia e também pela redução da dependência de importação de petróleo (FERRARI et al., 2005).

É preciso apontar, ainda, que o biodiesel conta com diferentes características que, de fato, se mostram como vantagens competitivas sobre os combustíveis derivados do petróleo, tais como, virtualmente livre de enxofre e de compostos aromáticos; alto número de cetano; teor médio de oxigênio; maior ponto de fulgor; menor emissão de partículas, HC, CO e CO₂; caráter não tóxico e biodegradável, além de ser proveniente de fontes renováveis, com menores custos ao final da cadeia produtiva (HAAS et al., 2001).

Também a crescente preocupação com as questões ambientais envolvidas no uso de combustíveis fósseis no cotidiano agregada às constantes crises no setor energético com reflexos no aumento dos preços dos combustíveis e que se refletem nos preços dos fretes e na vantagem competitiva dos fretistas, são questões a serem discutidas também no âmbito acadêmico. Essas discussões devem orientar o desenvolvimento e acompanhamento de alternativas viáveis, tanto no desenvolvimento de novas fontes energéticas quanto na busca por modelos de competitividade para o setor logístico.

2. Revisão de literatura

Os serviços de transportes, como já demonstrado, são um dos mais importantes – senão um dos mais relevantes – fonte de alimentação da economia mundial, gerando mais de 8 milhões empregos de forma direta e indireta no mundo todo. Novamente, segundo Erber (2012), as pesquisas sobre o tema indicam que, em 2008, estimavam que para cada emprego direto neste setor, são gerados aproximadamente mais de cinco empregos indiretos (BEN, 2008). Ademais, atribui-se, historicamente, à indústria automobilística o desenvolvimento das tecnologias e a modernização dos meios de produção em larga escala, além da globalização das relações de trabalho e dos processos produtivos, sobretudo, nos modelos das fábricas pós revolução industrial.

Existem diferentes fontes de energia disponíveis destinados aos mais diversos fins ao redor do mundo que têm sido desenvolvidos, ao longo do tempo, essas fontes também recebem o nome de matrizes energéticas, e podem ser capazes de redefinir muitas das atividades da sociedade. Tendo em vista a matriz energética do Brasil é fácil denotar que as fontes comumente exploradas na indústria automotiva são, basicamente, de origem fóssil (ERBER, 2012).

Outro problema apontado na restrição de matrizes energéticas utilizadas no país, é que a legislação interfere no poder de escolha do consumidor fomentado o uso de tecnologias em combustíveis fósseis para o setor automobilístico e o setor produtivo investe, no máximo, em fontes agrícolas como o Etanol. Levando-se em conta os veículos mais comumente utilizados tem-se os de pequeno porte motos, triciclos, entre outros, observa-se que não há muitas alternativas já que a lei determina o emprego de apenas três modalidades, como a Gasolina, o Etanol combustível e o Gás natural veicular (BRASIL, 2009).

O óleo diesel é proibido para aplicações em veículos com menos de uma tonelada de carga, sendo permitido apenas em casos especiais como para os jipes, que representam uma parcela desprezível da frota circulante. Sendo assim, a utilização do óleo diesel fica restrita, principalmente, aos ônibus, caminhões e camionetas e não será, portanto, considerada para

o estudo. Do mesmo modo, o querosene, que é utilizado principalmente na aviação, não será abordado para a análise de transportes terrestres de passageiros.

O desinteresse por fontes como os combustíveis fósseis e a energia elétrica, tem a ver, sobretudo, com o fomento da indústria do Etanol, tido como um combustível de origem limpa, que experimentou um crescimento exponencial agrupando os setores agrícola, industrial e automobilístico, entre 2006 e 2007. Muito desse crescimento deve-se ao crescimento da produção de veículos com flexibilidade em uso de combustíveis, o que incentiva a substituição da gasolina pelo etanol (ERBER, 2012).

Ainda, citando exemplos de matrizes energéticas empregadas no setor automobilístico, é imperativo lembrar a tecnologia da utilização de veículos movidos a partir do gás natural veicular, essa alternativa foi desenvolvida de forma a diversificar as fontes energéticas para o setor automotivo, tendo como fonte as reservas brasileiras e bolivianas.

2.1 Biocombustíveis no Brasil

Com a conscientização do consumo, especialmente, no setor de consumo automobilístico, e a crise do petróleo causando um cenário de instabilidade para o preço desse insumo bem como a preocupação com o depósito de substâncias tóxicas na atmosfera, advindas da queima dos combustíveis fósseis por veículos automotivos, houve a necessidade de que a indústria automobilística desenvolvesse tecnologias capazes de atender à nova demanda mundial (GOLDSTEIN et. al., 2006).

Ainda, segundo Goldstein et. al., (2006), em diversos países têm sido fomentadas políticas públicas voltadas para a diversificação das fontes de energia e combustíveis, buscando estratégias sustentáveis e mais limpas, como a energia nuclear, e os biocombustíveis, obtidos a partir de produtos da agricultura, como o milho, a cana de açúcar, as oleaginosas e, até, a compostagem de resíduos sólidos gerados na atividade agropecuária como a suinocultura, por exemplo (TÁVORA, 2011).

Nesse sentido, a indústria automobilística tem vivenciado intensas transformações na busca pela inovação no desenvolvimento de protótipos que funcionem utilizando essas fontes alternativas de energia como os carros elétricos, bicombustíveis e híbridos. Existem, inclusive, modelos aptos a funcionar a partir da energia, energia solar e com água, captando o hidrogênio, por óbvio, os protótipos mais ousados ainda fazem parte de pesquisas e desenvolvimento tecnológico, não estando disponíveis para o consumo e produção em larga escala (MACEDO, 2007).

Ademais, os biocombustíveis apresentam inúmeras vantagens para o veículo e para o meio ambiente, já que são combustíveis obtidos, como já descrito, a partir de componentes vivos, plantas como o milho e a cana de açúcar, ou mesmo da compostagem de resíduos sólidos provenientes da agropecuária e não depositam CO₂ na atmosfera (TÁVORA, 2001).

2.1.1 Etanol

De fato, os ciclos da cana de açúcar tiveram altos e baixos na história econômica brasileira, mas foi a partir da década de 1970, com o fomento do uso desse cultivo para a obtenção do biocombustível Etanol e o desenvolvimento de tecnologias para seu uso na indústria automobilística que a cana de açúcar ganhou destaque internacional na produção de

biocombustíveis no mundo. Muito dessa consolidação deveu-se à crise experimentada no setor petrolífero na década de 1970, além do programa Proálcool e a início da conscientização das pessoas acerca das questões ambientais, como a emissão de CO₂ na atmosfera, atribuída ao aumento da frota de veículos automotivos no mundo (KONISHI et al., 2014).

Portanto, pode-se dizer que a indústria automobilística foi a responsável e, direta e indiretamente beneficiada, pelo retorno da cana de açúcar ao protagonismo da economia brasileira frente ao cenário mundial, graças ao etanol e ao desenvolvimento de tecnologias automotivas que buscaram utilizar essa fonte de energia sustentável como fonte alternativa ao combustível fóssil, o que impacta na redução significativa da emissão dos Gases de efeito estufa – GEE – na atmosfera.

2.1.2 Biogás

Outro tipo de biocombustível que tem crescido bastante no Brasil, é o Biogás obtido a partir de diferentes tipos de resíduos sólidos orgânicos, entre eles, esgoto, lixo doméstico, resíduos agrícolas, efluentes industriais e plantas aquáticas. Para a geração do Biogás e seu aproveitamento no funcionamento de motores, existe uma técnica de geração do gás através da decomposição anaeróbica da fração orgânica dos RSU. Isto se deve à ação de micro-organismos que transformam esses resíduos em substâncias mais estáveis, como o dióxido de carbono (CO₂), água, gás metano (CH₄), gás sulfídrico (H₂S), mercaptanas entre outros (SALOMON et. al., 2005).

Sobre as especificidades do Biogás, como ele é obtido e sua utilização é preciso demarcar que, tempos passados, o Biogás era entendido como um subproduto que se obtinha a partir da degradação dos resíduos sólidos armazenados em determinadas condições. Contudo, a partir das ideias inovadoras de reaproveitamento do lixo, necessidade de implementação de estratégias sustentáveis para a obtenção de fontes alternativas de energia, redução dos rejeitos nos municípios e tratamento dos resíduos como indicador de desenvolvimento econômico das localidades, o Biogás surge como uma alternativa na busca por combustíveis sustentáveis e a preços mais acessíveis aos consumidores.

2.1.3 O Biometano

O biometano é uma forma mais pura do biogás, ambos obtidos da incineração ou do processo anaeróbico de obtenção do biogás pela compostagem de resíduos sólidos. Seu poder calorífico que varia de 20 a 25 MJ.m⁻³ (WEREKO-BROBBY; HAGEN, 2000). Ele é obtido, como já mencionado a partir da digestão anaeróbica que é um processo fermentativo que possui algumas finalidades, entre elas, a remoção de matéria orgânica, a formação de biogás e a produção de biofertilizantes ricos em nutrientes. A obtenção do Biogás pode se dar a partir de diferentes tipos de resíduos como esterco de animais, lodo de esgoto, lixo doméstico, resíduos agrícolas, efluentes industriais e plantas aquáticas. Conforme o tipo de resíduo utilizado, o emprego da mistura gasosa também varia, podendo ser utilizada como combustível ecológico já que reúne propriedades como alto poder calorífico, produção de gases não tóxicos durante seu processo de queima, além de representar uma alternativa sustentável de gestão de resíduos sólidos. (WEREKO-BROBBY; HAGEN, 2000).

Segundo Pecora (2006), a empregabilidade da mistura gasosa a partir da digestão anaeróbica, também varia conforme o modelo do biodigestor – equipamento utilizado na fermentação do resíduo escolhido -. Assim, o Biogás obtido em um biodigestor desenhado para este fim, pode

ser empregado como combustível para motores de diferentes máquinas. Um Biodigestor constitui-se, em suma, de uma câmara fechada, em que o resíduo é depositado, em solução aquosa e, através da fermentação, isto é, da decomposição anaeróbia, o volume de resíduos sólidos vai sendo reduzido.

2.1.4 Biodiesel

Outra alternativa tecnológica no que tange os combustíveis limpos é o biodiesel. Essa fonte energética deriva-se de recursos renováveis e tem sido empregado na substituição, de forma parcial ou total, do óleo diesel derivado de fontes fósseis, essa substituição culmina na redução – ou na eliminação – do lançamento de GEE's na atmosfera. Quanto à sua obtenção, o biodiesel é fabricado, em geral, a partir da transesterificação de óleos vegetais.

Na verdade, como fonte primária para a obtenção do biodiesel tem-se uma infinidade de materiais, entre eles, as gorduras de origem animal, os óleos de fritura reciclados e as plantas e frutos oleaginosos. Pode-se dizer que o biodiesel é um produto nobre, ele pode ser misturado ao óleo diesel comum nas proporções entre 1% e 2%, apenas para que se possa promover uma maior lubricidade ao biodiesel. Tudo isso, sem contar as vantagens ambientais do combustível. O biodiesel já tem sido largamente utilizado seja mistura com o óleo diesel quanto em sua forma pura ao redor do mundo, especialmente nos Estado Unidos e Europa, fomentando a indústria automobilística moderna (PAULILLO, 2007).

Importante salientar que a indústria automobilística se envolveu, fortemente, nas pesquisas que deram origem ao Biodiesel tendo tido uma colaboração de maior importância no alcance dessa tecnologia. Entretanto, cumpre destacar que o Biodiesel dispensa um custo alto para sua produção em larga escala, o que dificulta sua comercialização quando comparado ao custo do óleo diesel tradicional. Mas a crise petroléira e a preocupação dos consumidores com as questões ambientais e sustentáveis têm alavancado uma retomada das pesquisas brasileiras para a produção de biodiesel, que pode, inclusive, funcionar como ferramenta de fomento à agricultura familiar. Existem diferentes motivações para a substituição do diesel comum, oriundo do petróleo, para os biocombustíveis, como o biodiesel, uma delas é o custo crescente que afetam a economia e o preço do barril de petróleo.

2.2 ESTUDO DE CUSTOS

Para se debater sobre o assunto da análise de custos, em relação à substituição do diesel comum pelo biodiesel em frotas de caminhões de transporte de cargas, faz-se necessário o conhecimento prévio de conceitos e definições que estão diretamente ligados a esse assunto, a seguir segue um breve esclarecimento sobre alguns dos principais termos utilizados. Ao contrário das despesas, os custos estão diretamente ligados à quantidade de produção dos produtos ou dos serviços. Segundo Bruni “os custos representam os gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção como por exemplo: mão de obra fabril, alugueis das instalações” (BRUNI, 2012, p. 5). Para Cogan (2013), os custos diferem-se entre custos variáveis ou fixos e essa diferenciação se dá pelo fato se estes custos se alteram ou não em relação ao nível de atividade ou do negócio, enquanto os custos variáveis alteram-se

proporcionalmente em relação ao nível de produção ou prestação de serviços, os custos fixos não se alteram independente se houve ou não produção ou prestação de serviço.

O autor ainda trata da classificação dos custos em diretos e indiretos de forma que os custos diretos são identificados de forma fácil a um produto específico ou a um serviço prestado, já os custos indiretos são mais difíceis de identificar separadamente a um produto específico ou ao serviço prestado. Neste tipo de custeio somente os custos variáveis, ou seja, aqueles que sofrem alterações proporcionais à quantidade produzida ou ao serviço prestado, são levados em consideração como custo do produto, incluindo: materiais diretos, mão de obra direta e custo indireto variável (COGAN, 2013).

Para Dubois, custo “é todo gasto que representa a aquisição de um ou mais bens ou serviços usados na produção de outros bens ou serviços”(DUBOIS, 2009, p.16). Os custos são inerentes ao processo produtivo de bens ou serviço, portanto, os gastos incorridos em uma empresa que não estão relacionados à produção não se caracterizam como custos.

Segundo o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE, 2015), o carvão vegetal tem sido uma fonte de energia desde o século XIX para as indústrias de siderurgia, e foi na década de 60 que houve um grande aumento da produção para atender às demandas das grandes siderúrgicas. É importante destacar o papel do governo federal, que por meio de programas, incentivou o reflorestamento sustentável.

4 O processo de substituição do diesel comum por biodiesel na cooperativa de fretistas

Nessa etapa foram feitos contatos junto à cooperativa de frete no a fim de identificar o tipo da frota utilizada e mapear a viabilidade do processo de substituição do combustível fóssil, diesel comum, pelo biodiesel. Nesse sentido, segundo informações da transportadora, atualmente, operam na empresa 30 veículos, sendo que a maior parte deles, 25, operam com transporte de cargas secas, já que possuem a classificação “carroceria”, obtidas em um processo de certificação CIV – Certificado de Inspeção Veicular.

Os modelos escolhidos para este estudo foram os veículos que apresentam motores que funcionam a combustível óleo diesel comum, ou biodiesel (B100). Os veículos que utilizam biodiesel são 29. Um modelo interessante, para este estudo, é o híbrido da Volvo. O modelo apresenta um motor diesel e outro elétrico, que tracionam o veículo de forma simultânea ou independente. O alto torque proporciona uma partida macia e silenciosa. A partir do momento em que a velocidade de 20 km.h⁻¹ é atingida. Outro item avaliado foi a idade do veículo. Conforme critério da gerência de manutenção da transportadora visitada, são considerados veículos novos aqueles com até 05 anos de uso. Os veículos de 10 até 15 anos estão em fase final de vida útil. A vida útil, com segurança, desses veículos é de 20 anos. Os dados foram organizados na tabela 01.

Tipo de motor	Tempo de uso		Categoria	Km percorridos/mês
Bicombustível	0-03	05	Carroceria (transporte seco)	Até 80.000,00
Bicombustível	05 -07	06	Carroceria (transporte seco)	80.000,00

Bicombustível	07-10	04	Carroceria (transporte seco)	Acima de 113.00,00
Somente diesel	Mais de 15 anos	05	Carroceria (transporte seco)	Acima de 150.000,00

Fonte: autores (2019).

Tabela 01 – Dados da frota

Como a tabela indica, trata-se de uma transportadora que conta com veículos seminovos, nos quais não foi preciso a adaptação do motor para o funcionamento com biodiesel, exceto 05 veículos mais antigos, nos quais não foi possível a adaptação. Portanto, não fazem parte deste estudo. Nesse sentido, é preciso já mencionar que o processo de substituição, na transportadora estudada, foi bastante viável e até aconselhável, já que não envolveu custos adicionais com a adequação dos modelos.

4.2 Identificar os impactos da substituição na emissão de gases

Após a coleta de dados foi feito um cruzamento entre as informações obtidas considerando-se três variáveis: combustível, modelo do veículo e idade do veículo. Desses, foram medidos 18 veículos que percorreram, em 2018, 1.118.284 km com um gasto de 470 m³ de óleo diesel. A coleta de gases de exaustão foi feita diretamente na saída do duto de descarga dos veículos submetidos às medições. Para realizar essas medições foi utilizado o equipamento Tempest 100, de responsabilidade da transportadora. Os dados estão ilustrados na tabela 02.

	Biodiesel			Diesel		
	0 a 03 anos	3 a 7 anos	07 a 10 anos	0 a 03 anos	3 a 7 anos	07 a 10 anos
NO (ppm)						
Máximo	488,0	—	—	395,0	32,00	
Mínimo	364,0			285,0	293,0	
Média	424,6			309,6	308,4	
NO₂(ppm)						
Máximo	12,0			42,0	33,8	
Mínimo	5,0			30,0	30,9	
média	7,8			32,8	32,6	
NO_x (ppm)						
Máximo	496,0			437,0	353,8	
Mínimo	369,0			315,0	323,9	

Média	432,3			342,4	341,0	
-------	-------	--	--	-------	-------	--

Fonte: autores (2019).

Tabela 02 – Emissão de NO, NO₂ e NO_x para emissões provenientes do uso de biodiesel e diesel

A tabela 02, mostra os índices emissão para veículos que possuem o mesmo tempo de uso, primeiro de 0 a 03 anos, depois de 04 a 7 anos, e os que possuem acima de 07 anos e até 10 anos, como é possível notar, as emissões totais de NO e NO₂ (NO_x) foram 26% maiores para os veículos movidos a biodiesel para a mesma vida útil de trabalho. Isso demonstra a necessidade da transportadora em manter uma frota mais jovem, caso tenha intenção de manter o status de empresa limpa, e sua preocupação com o meio ambiente, o que pode representar criação de valor para a marca no mercado.

Como visto, os veículos passam a operar com menor gasto de combustível e de forma mais limpa, já que produzem e dispensam menos gases poluentes da atmosfera. Esse funcionamento não só é capaz de reduzir gastos com combustível, um dos custos mais preponderantes da atividade de transportes, como também evitar problemas de fiscalização ambiental, multas (que seriam custos extras para a atividade), como também pode ser anunciado como um valor da transportadora perante *stakeholders* (PECORA, 2006).

4.3 Avaliação do impacto da substituição n os custos do empreendimento

Embora o aspecto ambiental seja importante para este artigo, seu objetivo principal era realizar uma análise de viabilidade da substituição do combustível diesel comum pelo biodiesel e seus impactos na formação dos custos de operação de uma transportadora. Sendo assim, é importante tratar este aspecto, nesse sentido, foi feito um levantamento dos custos do negócio funcionando com o diesel comum e com o biodiesel, para efeitos de comparação da viabilidade de um e de outro.

Para que fosse realizada uma análise dos custos logísticos que tornam possível o funcionamento de uma transportadora de cargas, era preciso levar em consideração dados que evidenciassem esses custos, desde o atendimento ao cliente, o transporte, armazenagem e inventário, de forma que os custos relacionados representem a soma dos custos de estoque, transporte e de instalação da cadeia de suprimentos (SOUZA; REMPEL; SILVA, 2014).

Para tanto, o grupo tomou alguns desses custos como essenciais para a análise, são eles, a manutenção; depreciação dos meios de transporte (frota/veículos); Tributação (compreende os gastos com licenças ambientais e certificações); Planejamento e Administração; mão de obra; Combustível.

Os dados obtidos estão no quadro 02 e 03, foram analisados os principais trechos atendidos pela transportadora e o valor cobrado pelo litro do diesel em cada região. As principais entregas realizadas pelos motoristas da ABC transportes concentram-se nas regiões sul e sudeste, principalmente, nas cidades de Belo Horizonte, Contagem, São Paulo, Curitiba e Campo Grande, o que gera custos flutuantes no que se refere ao combustível, já que cada região possui um preço pelo diesel cobrado nas bombas. Estes preços variam entre cerca de R\$ 3,68 (três reais e sessenta e oito centavos) na região sudeste, por litro de diesel e R\$ 3,36 (três reais e trinta e seis centavos) na região sul, como mostra o quadro 02.

R\$ Diesel por km (Rota ida/volta)						
Origem/Destino	Belo Horizonte/MG	Contagem/MG	RJ	MS	Paraná	SP
Belo Horizonte	3,68	3,68	3,55	3,80	3,36	3,53
São Paulo	3,53	3,68	3,55	3,80	3,36	3,53
Curitiba	3,36	3,53	3,68	3,36	3,36	3,80
Campo Grande	3,80	3,53	3,68	3,36	3,80	3,55
Contagem	3,36	3,68	3,68	3,53	3,55	3,80

Fonte: empresa X (2019).

Quadro 02 - Custo combustível Diesel comum – Rota ida e retorno

No Quadro 02 pode-se observar o valor médio aproximado pago em diesel para cada viagem, com a limitação do valor do preço do combustível do dia 07.07.2019. O custo é identificado conforme a região de origem e destino, além da distância da rota, o valor pago por litro para abastecimento na origem e no destino, e como acabam influenciando no custo total da viagem. Para o cálculo utilizou-se a média de R\$ 3,30 por quilômetro percorrido por litro de diesel. Já com o uso do biodiesel, pode-se observar os dados ilustrados no quadro 03, que vão desde o preço por litro de R\$2,85 (dois reais e oitenta e cinco centavos) na região sudeste e R\$ 2,77 (dois reais e setenta e sete centavos) na região sul. Cabe salientar que o preço máximo praticado na região sul, no mesmo período, foi de R\$ 3,00 reais. O que significa uma redução de cerca de R\$0,60 centavos, em média, por litro de biocombustível.

R\$ Biodiesel por km (Rota ida/volta)						
Origem/Destino	Belo Horizonte/MG	Contagem/MG	RJ	MS	Paraná	SP
Belo Horizonte	2,85	2,85	2,89	3,00	2,77	2,89
São Paulo	2,89	2,85	2,89	2,77	2,89	2,85
Curitiba	2,77	2,89	3,00	2,85	2,85	2,77
Campo Grande	3,00	2,85	2,85	2,89	3,00	3,00
Contagem	2,85	2,85	2,85	3,00	3,00	2,85

Fonte: empresa X (2019).

Quadro 03 - Custo combustível Biodiesel – Rota ida e retorno

No Quadro 03 pode-se observar o valor médio aproximado pago em biodiesel para cada viagem, com a limitação do valor do preço do combustível do dia 07.07.2019. O custo é identificado conforme a região de origem e destino, além da distância da rota, o valor pago por litro para abastecimento na origem e no destino, acabam influenciando no custo total da viagem. Para o cálculo utilizou-se a média de R\$ 2,70 por quilômetro percorrido por litro de biodiesel.

Os quadros mostram a viabilidade econômica da substituição do diesel comum pelo biodiesel, já que não há custos para a modificação de motores, bastando, no momento da renovação da frota, serem adquiridos modelos mais atuais que já funcionem a bicomcombustível e o ¹menor valor do biodiesel na bomba, o que por si já se mostra vantajoso. Além disso, o biocombustível mantém o motor mais limpo por mais tempo, evitando a depreciação dos veículos, o que também já pode ser visto como vantagem competitiva.

4.4 Alternativas de biocombustíveis para a empresa

Entre esses biocombustíveis alternativos, estão o etanol e o biogás, obtido a partir do biometano. Nesse sentido, foram ouvidos os participantes da empresa de transporte que relataram como se deu a substituição, o que eles pensam dos custos com o combustível e quais as alternativas eles compreendem como mais viáveis ao diesel comum, que sofre com os aumentos expressivos nos últimos 02 anos.

Segundo um dos entrevistados dessas alternativas poderia ser o etanol. Obtido da cana de açúcar, o etanol possui preço médio de R\$ 2,99 centavos na região sudeste e R\$ 3,00 centavos na região sul. Mas ainda segundo o entrevistado, o custo benefício por Km não faria tanta diferença, já que o etanol proporciona menos velocidade na estrada e evapora com mais facilidade, portanto, ele deveria abastecer mais vezes. O entrevistado também relata que os caminhões fechados, como o modelo que ele utiliza, não vêm de fábrica com aparato para o uso de etanol e seriam necessárias adequações nos motores, o que significaria investimentos que ele não tem certeza se teria retorno.

Um segundo entrevistado lembra do biogás, que pode ser biometano comum ou obtido com resíduos sólidos como o do suíno, entretanto, ele desconhece o procedimento de transformação do motor para funcionar com este biocombustível. Mas, segundo ele, “seria muito bom, porque dá ‘pra’ criar suíno ou comprar as fezes barato”, ele acrescenta, ainda, que o biodigestor ele sabe como fazer. O entrevistado ainda relata que conhece outras transportadoras grandes que usam a tecnologia em questão, até mesmo produtores rurais.

O último entrevistado relata que a substituição do uso do diesel comum por biodiesel foi uma boa solução para a redução e controle de custos, já que ficou uns R\$0,60 centavos, mais barato, por litro e a política de preços da Petrobras em relação ao diesel comum está muito “volátil”. Para ele, é imprescindível que o agregado gaste o menos possível porque o frete está caro, e as encomendas caem, assim dá “pra continuar, senão tem que parar e só fazer entrega perto”. Para ele, foi bom porque não envolveu nenhum custo, já que ele tinha “mesmo que

¹ Os dados foram colhidos entre janeiro e julho de 2019, relativos ao gasto com combustível em 2018. Atualmente, o biodiesel é vendido cerca de 0,20 centavos mais caro nos postos.

ter caminhão mais novo ‘pra’ agregar”, esses caminhões já vem equipados para funcionar a bicombustíveis.

Conclusão

O óleo diesel, além de ser responsável pela deterioração precoce dos motores de caminhões utilizados no transporte de mercadorias, também contribui para a poluição atmosférica e tem se tornado mais caro para o fretista, tendo em vista a indexação de seu custo pelo barril de petróleo, o que faz com que os valores cobrados nas bombas sejam bastante flutuantes. Em mesmo sentido, manter os veículos em bom estado de conservação, ter motoristas preparados e motivados, desenvolver planejamento de rotas e equilibrar os custos com combustível e manutenção da frota, para agregar lucro no transporte de cargas, são desafios inerentes aos transportadores de cargas.

Pensando em todas essas variáveis, o presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo analisar como a substituição do combustível diesel por biocombustíveis impacta na redução de custos em uma transportadora de fretistas agregados em Betim/MG. Os resultados destacam que os principais custos do transporte de rodoviário estão relacionados aos gastos com combustível, os valores têm alterações por quilômetro rodado de acordo com as regiões de origem e destino das cargas transportadas, é possível identificar a partir dos resultados obtidos as opções entre os biocombustíveis mais ecológicos e baratos, considerando-se os custos por quilômetro rodado.

Portanto, foi possível realizar uma comparação entre os custos por litro de combustível comum (diesel) e bicombustível (morcelete o biodiesel), apontando as vantagens do uso do segundo tipo e a impressão dos fretistas acerca dessa substituição, que não gera custos adicionais, já que os veículos mais novos já vêm equipados para este fim. Além do panorama para substituição utilizando outras alternativas biocombustíveis.

REFERÊNCIAS

BRUNI, Adriano Leal. **Gerencialismo e desafios contemporâneos da gestão dos custos públicos no Brasil**. 2012.

CALDERONI, S. **Perspectivas econômicas da reciclagem do lixo no município de São Paulo**. Tese de doutoramento, FFLCH-USP, Depto. Geografia. São Paulo, 1996.

CASOTTI, Bruna Pretti; GOLDENSTEIN, Marcelo. **Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil**. 2008.

DUBOIS, Alexy; KULPA, Luciana; DE SOUZA, Luiz Eurico. **Gestão de custos e formação de preços: conceitos, modelos e instrumentos: abordagem do capital de giro e da margem de competitividade**. Atlas, 2008.

DUTRA, René Gomes. **Custos: uma abordagem prática**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

EMPRESA, DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande, MS**. Ministério de Minas e Energia. **Rio de Janeiro**, 2008.

FONTOURA, FBB da. Gestão de custos: uma visão integradora e prática dos métodos de custeio. **São Paulo: Atlas**, 2013.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005.

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

GOLDEMBERG, José et al. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. FAPESP, Inter Academy Council, 2010.

GOLDENSTEIN, Marcelo; AZEVEDO, Rodrigo Luiz Sias de. **Combustíveis alternativos e inovações no setor automotivo: será o fim da "era do petróleo"?**. BNDES setorial, rio de Janeiro, n. 23, p. 235-267, 2006.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo**, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2006.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MAXIMIANO, A. **Teoria Geral da Administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MEDEIROS, P. Y.; LEVY, D. C. Análise Empírica dos Fatores que Possibilitaram Entradas na Indústria de Cimento Brasileira. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 16, n. 6, p. 220-251, 2015.

MENEZES, Ricardo A. Amaral, Eng., M.S., Ph.D., José Luiz Gerlach, Eng.Mec. e Marco Antônio Menezes, Eng. Mec. ABLP Associação Brasileira de Limpeza Pública “**Estágio Atual da Incineração no Brasil**”. VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública 3 a 7 de Abril de 2000, Parque Barigui – Curitiba.

MORGADO, Túlio Cintra; FERREIRA, Osmar Mendes. **Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, Aproveitamento na Co-geração de Energia**. Estudo para a Região Metropolitana de Goiânia. 2012.

PAULILLO, L. F. VIAN, C. E. SHIKIDA, P. F. MELLO, F. T. **Álcool combustível e biodiesel no Brasil: quo vadis?** Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, DF, v. 43, n. 3, p. 531-565, 2007.

PECORA, Vanessa. **Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP–Estudo de Caso. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2006.

RIBEIRO, S.; MANSANO, F. H.; HAUBER GAMEIRO, A.; LOPES, R. L. Custo do transporte como ferramenta de gerenciamento logístico para a soja: o caso da rota Maringá–Paranaguá. **Revista Adm. Made**, v. 13, n. 3, p. 87-100, 2010.

SOUZA, M. A.; REMPEL, C.; SILVA, J. L. R. Práticas de gestão de custos logísticos: estudo de caso em uma empresa do setor de bebidas. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 8, n. 21, p. 25-35, 2014.

SUZUKI, Ana Beatriz Prenzier et al. **Uso de biogás em motores de combustão interna**. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, 2011.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. Atlas, 2005.

YOUNG, L. H. B. **Planejamento tributário: fusão, cisão e incorporação**. Curitiba: Juruá, 2007.