



O IMPACTO DO USO DE BIODIESEL E DIESEL DE CANA DE AÇUCAR NOS
CUSTOS DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO DE CARGAS.

Antonio Donizeti Cachiolo

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Engenharia
de Transportes, COPPE, da Universidade
Federal do Rio de Janeiro, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título
de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientador: Márcio de Almeida D'Agosto

Rio de Janeiro

Junho de 2012

O IMPACTO DO USO DE BIODIESEL E DIESEL DE CANA DE AÇUCAR NOS
CUSTOS DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO DE CARGAS.

Antonio Donizeti Cachiolo

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

Prof. Márcio de Almeida D'Agosto, D.Sc.

Prof. Ilton Curty Leal Júnior, D.Sc.

Prof. Pauli Adriano de Almada Garcia, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2012

Cachiolo, Antonio Donizeti

O Impacto do uso de biodiesel e diesel de cana de açúcar nos custos de uma empresa de transporte urbano de cargas / Antonio Donizeti Cachiolo. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

VIII, 58 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Márcio de Almeida D'Agosto

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 52-53.

1. Biocombustíveis. 2. Custos. 3. Emissões. 4. Transporte de cargas em área urbana. I. D'Agosto, Marcio de Almeida. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

"A educação tem raízes amargas,
mas os seus frutos são doces."
(Aristóteles)

AGRADECIMENTOS

À Deus pela oferta generosa de oportunidades, pela saúde e pelas pessoas que Ele sempre coloca em meus caminhos.

Ao meu pai Pedro, já falecido, que sempre me apoiou e estaria muito feliz com essa conquista e a minha mãe Maria, que sempre me orientou em que caminho seguir.

À minha esposa Angela, por me aguentar, escutar pacientemente as inúmeras reclamações de minhas dificuldades e estar comigo em toda minha trajetória, sempre carinhosa e motivadora.

Ao meu filho Anderson, que contribuiu muito para meus estudos, me ajudou com dados e trabalhando por mim na empresa quando precisei sair.

À minha família toda, sobrinhos, primos, tios, aos meus irmãos, todos que sempre estiveram torcendo por mim.

À sogra Vergilina e ao sogro Benedito, por sempre me apoiarem, são pessoas por quem tenho grande carinho e consideração, não podendo deixar de lembrar.

Aos cunhados sempre presentes, considerados por mim como irmãos.

À Cristiane do laboratório (LTC), sem essa eu teria desistido, obrigado por ter me ajudado muito, corrigido e me ensinado muita coisa, principalmente as coisas que eu achava que sabia, obrigado pela paciência e dedicação.

Ao professor Márcio de Almeida D'Agosto. Pela paciência em transformar um matuto, no que sou hoje, pelas broncas sinceras e pontuais e pela generosidade de me acolher quando precisei, agradeço também por poder chamá-lo de amigo.

Ao Professor Hostílio Xavier Ratton Neto, que me admitiu no programa, por ter sempre me apoiado e incentivado, pessoa a qual também chamo de amigo.

Aos colegas do laboratório (LTC) e do mestrado, os novos amigos que fiz nessa etapa de minha vida, também aos bolsistas do laboratório que sempre me ajudaram nos trabalhos.

Aos funcionários do PET/COPPE/UFRJ, pelo carinho e dedicação, ao pessoal da secretaria, sempre prestativos e auxiliando a todos.

Aos professores que lecionaram as disciplinas de apoio, por permitir meu convívio e por todos os ensinamentos que pude extrair dessa interação.

A todos que participaram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e que por eventualidade eu possa ter esquecido.

Aos amigos da empresa Replace pela dedicação e carinho sempre apresentados.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

O IMPACTO DO USO DE BIODIESEL E DIESEL DE CANA DE AÇUCAR NOS CUSTOS DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO DE CARGA.

Antonio Donizeti Cachiolo

Junho/2012

Orientador: Márcio de Almeida D'Agosto

Programa: Engenharia de Transportes

A necessidade de melhoria na qualidade de vida da população e o apelo por preservação ambiental tem levado as empresas a se reinventarem buscando novas formas de atingir seus objetivos. Empresas que realizam o transporte urbano de cargas (TUC) não são exceção e assim como em qualquer ramo de atividade essa cobrança pode se transformar em oportunidade aos que conseguirem superar primeiro os desafios.

A produção de biodiesel e diesel de cana de açúcar pode contribuir para a solução de problemas de emissão de gases. Adicionado ao diesel de petróleo ou utilizado puro, reduz a emissão de poluente, tendo como contrapartida o aumento do custo operacional.

Desta forma, este trabalho analisou o impacto da introdução dos combustíveis provenientes do uso de biodiesel (B20, B50, B80 e B100) e do uso de diesel de cana (AMD5, AMD20, AMD50, AMD80 e AMD100) verificando que com um aumento do custo operacional de 3% para o caso do biodiesel, seria possível obter reduções de 15% (CO), 20% (HC), 15% (MP), 16% (CO₂), apresentando aumento de NO_x em 4%, para o B20 e com aumento de 4,2% no custo, reduções de 7% (CO), 5% (NO_x), 4% (HC), 1,5% (MP) e 20% (CO₂), para o AMD20.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

THE IMPACT OF THE USE OF BIODIESEL AND SUGAR CANE DIESEL IN THE COSTS OF A URBAN FREIGHT COMPANY

Antonio Donizeti Cachiolo

June/2012

Advisor: Márcio de Almeida D'Agosto

Department: Transportation Engineering

The need to improve the quality of life and the appeal for environmental preservation have forced companies to reinvent themselves, seeking new ways to reach their goals. Urban freight transport companies are no exception and, as in any field of activity, this pressure can become an opportunity for those who can first overcome the challenges.

Biodiesel production and sugarcane diesel may be a solution to gas emissions problems. Whether added to petroleum diesel or used in pure form, they reduce emissions of pollutants, having, however, a counterpart in increased operating costs.

Therefore, this work analyzed the impact of introducing fuels related to the use of biodiesel (B20, B50, B80 and B100) and sugarcane diesel (AMD5, AMD20, AMD50, AMD80 and AMD100), verifying that, with an increase in operating cost of 3% for the biodiesel case, it is possible achieving emission reductions of 15% (CO), 20% (HC), 15% (PM), 16% (CO₂), an increase of 4% (NO_x) for B20 and with increase cost of 4,2%, reductions of 7% (CO), 5% (NO_x), 4% (HC), 1,5% (PM) and 20% (CO₂) for AMD20.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Objetivo | 2 |
| 1.2 Justificativa..... | 3 |
| 1.3 Hipótese..... | 3 |
| 1.4 Metodologia..... | 3 |
| 1.5 Estrutura da dissertação..... | 4 |
| | |
| 2 O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS..... | 5 |
| 2.1 Transporte Urbano de Cargas (TUC). | 6 |
| | |
| 3 MÉTODOS DE GESTÃO DE CUSTOS | 9 |
| 3.1 Conceitos Fundamentais..... | 12 |
| 3.2 Classificação dos custos e formação de frete | 12 |
| 3.3 Relatórios e planilhas de custos gerenciais | 14 |
| | |
| 4 USO DE BIOCOMBUSTÍVEIS EM SUBSTITUIÇÃO AO DIESEL DE PETRÓLEO..... | 18 |
| | |
| 5 ESTUDO DE CASO REPLACE TRANSPORTADORA LTDA. | 21 |
| 5.1 A empresa Replace Transportadora Ltda | 21 |
| 5.2 Avaliação do impacto do uso de biocombustíveis no custo do transporte | 28 |
| | |
| 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 49 |
| | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 52 |
| APÊNDICE 1 | 54 |
| APÊNDICE 2 | 55 |
| APÊNDICE 3 | 57 |
| APÊNDICE 4 | 58 |

1 – INTRODUÇÃO

O aumento da concorrência no setor de transportes rodoviários vem pressionando as empresas a se adaptarem aos novos níveis de serviço ao cliente e a manter os custos competitivos em relação aos serviços prestados. Em um mercado competitivo, o fator custo, que sempre foi importante em praticamente todos os seguimentos, ganha destaque nesse ambiente onde as expectativas dos clientes estão em constante evolução, o investimento de grandes empresas no mercado, as aquisições e fusões de empresas do ramo e a redução nas margens de lucro, obrigam as transportadoras a adotarem novos modelos de gestão que ajudem nas tomadas de decisão (Pereira, 2008).

A necessidade de adequação a regimes de operação menos agressivas ao meio ambiente e a cobrança da sociedade por atitudes ecologicamente corretas, também são desafios a serem superados. Porém essas dificuldades poderão ser uma vantagem competitiva às empresas que saírem na frente e se destacarem em operações mais eficientes, buscando soluções para reduzir o custo e tentar tornar essas operações sustentáveis.

Devido a atividade de coleta e entrega de cargas, o transporte urbano de cargas (TUC) é realizado predominantemente pelo modo rodoviário. Em 2009, no Brasil, o esse modo, como um todo, foi responsável pelo consumo de 70% dos derivados de petróleo e combustíveis não renováveis, sendo 51% referente ao consumo de óleo diesel (EPE, 2010).

Isto contribuiu para um aumento de 22% nas emissões de dióxido de carbono (CO₂), principal gás de efeito estufa, provenientes da atividade de transporte no Brasil no período de 2000 a 2009, atingindo 145 milhões t/ano (EPE, 2010), 36% derivados do transporte de carga (MMA, 2011). O TUC também é associado ao uso ineficiente de energia, em virtude do uso do motor diesel (eficiência média de 20%) e pela emissão de poluentes atmosféricos locais, como o monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x) e material particulado (MP), cuja principal fonte em áreas urbanas é o transporte de pessoas e cargas, tendo este último contribuído predominantemente para a emissão histórica de NO_x e MP, apresentando para 2009, as frações de 56% e 59% respectivamente (MMA 2011).

A gestão sustentável do TUC passa pelo desafio de encontrar oportunidades de minimizar estes problemas ambientais. O uso de combustíveis mais limpos e sistemas de propulsão mais eficientes estão entre estas oportunidades.

Muito utilizado no Brasil, o uso do biodiesel, disponibilizado comercialmente em uma mistura com o diesel de petróleo a 5%, denominado B5 no mercado, é uma solução que ajuda a reduzir a emissão de CO₂ e de CO, HC, MP e SO_x. Adicionado em proporção de até 20%, não exige modificações significativas no sistema de alimentação dos veículos, impactando marginalmente nos custos operacionais (3,5%). Novos biocombustíveis, como o diesel de cana, estão sendo desenvolvidos e quando atingirem escala de produção e preço atrativo, poderão representar o próximo passo do desenvolvimento desta tecnologia.

Assim sendo, encontrar o ponto de equilíbrio entre o alcance de benefícios ambientais e o comprometimento do desempenho financeiro é o grande desafio a ser enfrentado pelos modernos gestores do TUC.

1.1 – Objetivo

O objetivo deste estudo é analisar como a margem de lucro é impactada por variações do custo operacional do TUC (Transporte Urbano de Cargas) pelo uso de biodiesel e diesel de cana em diferentes misturas com o óleo diesel de petróleo. Como aplicação escolheu-se uma empresa de transporte de cargas especializada em distribuição urbana na cidade do Rio de Janeiro. Esta aplicação permite visualizar a variação no custo operacional, seu impacto na margem de lucro e as respectivas reduções em emissão de poluentes atmosféricos locais e globais à medida que diferentes proporções de biodiesel e diesel de cana são acrescidas ao óleo diesel de petróleo.

Em especial, o detalhamento preciso dos custos da empresa, permite que se faça um estudo dos custos de operação, compartilhando todos os custos e isolando os custos que são objeto desse estudo.

O custo de combustível e suas emissões são o foco desse estudo, assim pode-se verificar a sensibilidade dos custos de operação e de combustível de maneira a mensurar as reduções de poluentes e os custos a elas associadas. Os impactos ambientais provenientes da produção e a própria capacidade de produção em escala desses combustíveis não foram analisadas nesse estudo.

Também não foi estudado o efeito causado no custo de manutenção dos veículos, para utilização de tais combustíveis.

1.2 – Justificativa

Sendo o transporte urbano de cargas (TUC) o responsável pelo abastecimento das cidades em praticamente todos os segmentos, desde alimentos e materiais de consumo em geral até materiais diversos para manutenção e funcionamento da própria estrutura, este proporciona um serviço que se torna importante para a sociedade e disponibiliza produtos de modo que estejam disponíveis para os clientes a um custo aceitável. O bom funcionamento desse sistema e os custos a ele relacionados são relevantes para a sociedade, assim como os impactos causados por esse serviço.

Dentre os impactos causados pelo TUC, destaca-se a emissão de poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis. A utilização de combustíveis alternativos pode minimizar esse impacto, de modo que misturas de biodiesel e diesel de cana de açúcar podem proporcionar reduções significativas nas emissões. Porém existe uma contrapartida que é o aumento no custo de operação das empresas de transporte.

A identificação desses custos pode ajudar a analisar melhor os ganhos provenientes da redução de emissões e o aumento de custo a eles associados, facilitando uma análise ecológica e econômica das operações de transporte.

1.3 – Hipótese

Dentre as misturas de combustíveis analisadas para uso em caminhões aplicados ao TUC acredita-se que o estudo poderá testar as seguintes hipóteses:

- O uso de biocombustíveis, como biodiesel e diesel de cana, acarreta em um aumento no custo de operação de transporte;
- O uso de diferentes misturas de biocombustíveis impacta negativamente na rentabilidade da empresa;
- É possível obter reduções na emissão de poluentes atmosféricos por meio do uso de biocombustíveis.

1.4 – Metodologia

Essa pesquisa foi delineada a partir de um estudo de caso, onde foram analisadas as planilhas de custo de uma empresa especializada em transporte urbano de carga. Segundo Vergara (2006), estudo de caso está relacionado a um ou poucos objetos de

estudo, como pessoas, empresas, produtos etc. Esta empresa, a Replace, presta serviço para um grupo de varejo que possui 1800 lojas distribuídas por todo o país, dentre as quais 72 são atendidas pela empresa no estado do Rio de Janeiro.

Os dados de custo operacionais dessas planilhas foram projetados considerando a utilização de misturas de combustíveis de fontes renováveis, considerando a diferença entre os custos do diesel convencional que é utilizado pela empresa e os combustíveis alternativos, biodiesel e diesel de cana de açúcar, estimando assim os impactos causados na composição do custo total da empresa e nas emissões de poluentes.

Esta pesquisa também pode ser considerada de revisão bibliográfica, que segundo Vergara (2006) é o estudo sistêmico baseado em material publicado em livros, revistas especializadas, jornais, redes eletrônicas, enfim material disponível à consulta pública. Onde se buscou a literatura especializada sobre custos, transportes e bicompostíveis, especificamente biodiesel e diesel de cana.

1.5 – Estrutura da Dissertação

Para desenvolver o estudo proposto, estruturou-se o trabalho em seis capítulos sendo o primeiro (I), a contextualização do problema, seu objetivo, justificativa, hipótese e a metodologia utilizada.

O segundo capítulo (II) apresenta os conceitos e definições sobre o transporte rodoviário de cargas, bem como do transporte urbano de cargas (TUC), apresentado por meio de revisão bibliográfica.

O terceiro capítulo (III) revisa os métodos de gestão de custos seus conceitos básicos, a contribuição deles na formação do frete e apresenta um modelo de planilha de custos que será utilizada no estudo de caso.

O quarto capítulo (IV) apresenta as vantagens e desvantagens da utilização de biodiesel e diesel de cana em comparação ao diesel de petróleo.

O quinto capítulo (V) apresenta o estudo de caso realizado, descrevendo a empresa analisada e as planilhas que demonstram as reduções de poluentes atmosféricos para misturas com combustíveis renováveis e sua contrapartida nos custos operacionais da empresa.

O sexto capítulo (VI) apresenta as considerações finais sobre estudo e propõe trabalhos futuros para melhor compreensão dos temas abordados.

2 - O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS.

O grau de desenvolvimento de um país segundo Morales (2007) pode ser medidos por indicadores e entre eles o sistema de transporte do país, destacando-se como um fator de desenvolvimento sócio econômico, dessa forma um sistema de transporte eficiente pode facilitar a instalação de indústrias, facilitar o escoamento agrícola, melhorar a prestação de serviços e melhorar a qualidade de vida das pessoas.

O transporte rodoviário pode ser considerado como o mais solicitado na matriz de transportes no Brasil, (Morales, 2007) parte devido à ineficiência ou baixa exploração de outros modos como ferroviário, aquaviário e marítimo de cabotagem, e parte por ser este disponibilizado em praticamente todo o território nacional.

Segundo Novaes (2004) o transporte rodoviário pode alcançar todos os locais do país excetuando lugares remotos que não apresentam viabilidade econômica para executar esse serviço. Uma das características do transporte rodoviário é sua flexibilidade na operação de coleta e distribuição de cargas, capaz de fazê-la porta a porta.

Outra característica marcante desse modo está na relação de propriedade dos veículos, que diferente dos outros modos, possui uma grande parte da frota pertencendo a caminhoneiros autônomos, que são pessoas físicas, proprietárias de caminhões e prestam serviço para embarcadores e outras empresas transportadoras (Novaes, 2004).

No Brasil estão registradas segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT (2011), 111,7 mil empresas de transporte rodoviário de cargas, sendo no total 905,1 mil veículos. A média de veículos por empresa é de 8,15 veículos cadastrados, o que pode indicar, considerando o número de veículos por empresa, que o transporte de cargas no Brasil é realizado em grande parte, por micro e pequenas empresas transportadoras. O restante da frota é composta por veículos de cooperativas (12,4 mil) e de caminhoneiros autônomos (784,5 mil), sendo a idade média da frota 8,4 anos de uso.

Para o país, a precariedade do sistema de transportes tem um custo a ser pago, que corresponde ao atraso, por ele causado no desenvolvimento da nação. Um país desenvolvido tem sempre um sistema eficiente de movimentação de pessoas e cargas, e não é por acaso que os países mais desenvolvidos são os que possuem os melhores sistemas de transportes, comprovando que o tamanho do PIB está intimamente relacionado com a qualidade dos transportes (Valente, 2008).

O transporte rodoviário é o principal responsável pelo escoamento de cargas, transportando desde simples encomendas até safras inteiras, abastecendo as cidades e viabilizando o desenvolvimento econômico do país, sendo responsável por 59% dos custos das cadeias de suprimento (Valente 2008). Geralmente o transporte é o principal componente dos custos logísticos a movimentação de fretes segundo Ballou (2001), absorve entre um e dois terços dos custos totais das operações logísticas. Devido à grande utilização desse modo, este apresenta uma alta participação no consumo de combustíveis não renováveis, sendo que o setor de transporte rodoviário é responsável por 78% do total de óleo diesel consumido no país (EPE, 2010)

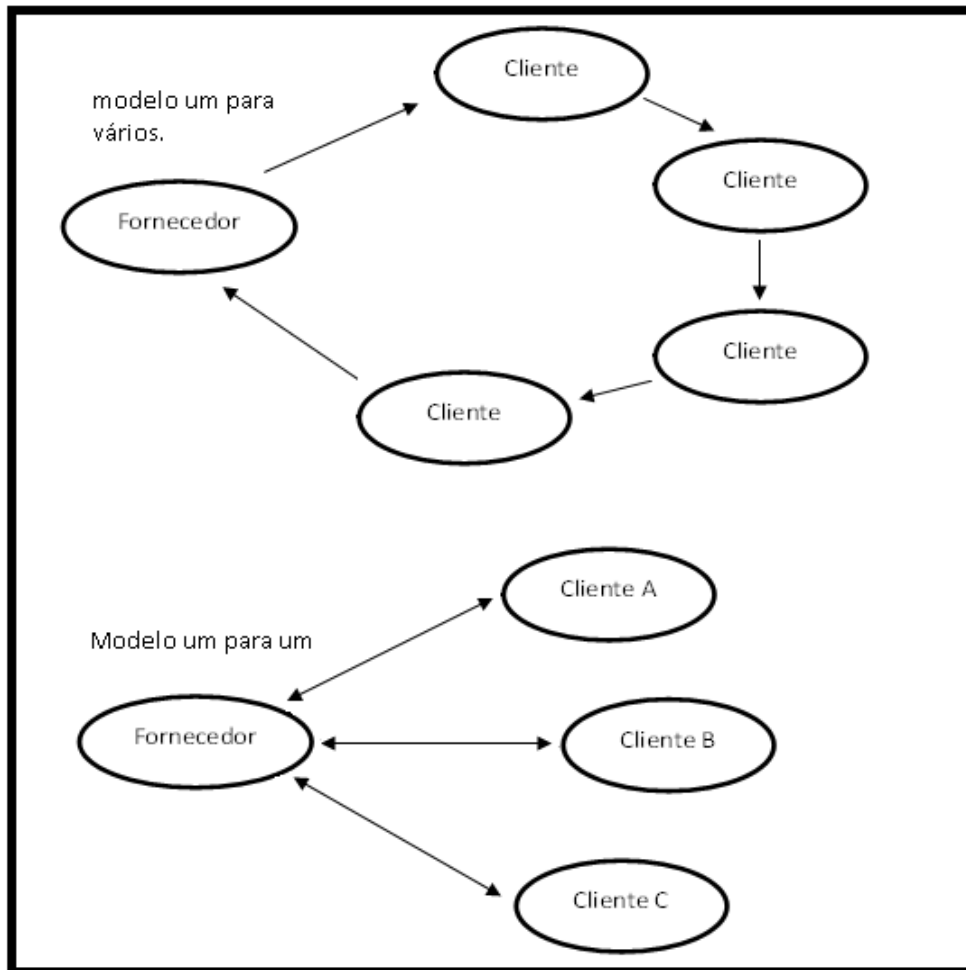
2.1 - Transporte Urbano de Cargas (TUC).

Se por um lado a sociedade necessita de qualidade de vida, representados na forma de silêncio, ar puro, trânsito rápido e seguro, também tem a necessidade de adquirir alimentos frescos e com grande variedade, sem grandes deslocamentos, o que requer o abastecimento diário destes itens. Esse abastecimento é realizado pelo transporte rodoviário, em sua maioria por caminhões.

Entretanto, o transporte de carga rodoviário tem sido considerado parte dos problemas, resultando em aumento dos congestionamentos, ruídos, acidentes e acentuando impactos ambientais negativos (Morales, 2007), principais observações dos órgãos de regulamentação e da sociedade.

Esse problema deve aumentar, segundo Crainic (2004), o crescimento do comércio eletrônico e as práticas de gestão para redução de estoques, devem aumentar e com isso haverá aumento na circulação de veículos de carga no interior das cidades, regulamentações específicas deverão ser colocadas para poder melhorar o gerenciamento do tráfego urbano.

De acordo com Novaes (2004), existem dois principais modelos de distribuição de cargas: (1) um para vários, onde um caminhão faz coleta em um fornecedor e distribui para diversos varejistas em uma mesma região, voltando para o ponto inicial e (2) um para um, onde ele faz coleta em um fornecedor ou centro de distribuição e entrega em apenas um cliente e volta, como mostra resumidamente a Figura 1.



Fonte: Adaptação de Novaes (2004).

Figura1: Modelo simplificado de distribuição de cargas.

No modelo de distribuição um para vários, usualmente, torna-se difícil otimizar o uso dos veículos, de modo que estes tendem a transitar com carga parcial. Segundo estudo de Dezi (2010), em Bolonha Itália, 67% dos veículos que entram na chamada zona de tráfego limitada (LTZ), que corresponde à área central de Bolonha, estão com ocupação abaixo de 25% de sua capacidade e 12% estão abaixo de 50% de sua capacidade. Esses dados podem ajudar a repensar o tamanho necessário dos veículos em centros urbano, apontando para a substituição dos veículos grandes por veículos pequenos e rápidos.

No modelo de um para um, usualmente os fornecedores entregam os produtos em um centro de distribuição, o uso desses terminais tem aumentado segundo Crainic (2004), localizado fora da região mais movimentada da cidade, onde é feito a desconsolidação das cargas e posteriormente a consolidação destas por demanda e rota,

de modo a maximizar o uso do veículo que irá realizar a entrega das cargas em área urbana.

Um exemplo desta operação é o caso das redes de supermercado, onde os produtos vendidos nas lojas são primeiramente entregues em um grande depósito central, para depois então, serem distribuídos para as lojas pelo próprio gestor da rede com um caminhão carregado e geralmente com ocupação máxima.

A vantagem nesse sistema, segundo Crainic (2004) é uma melhor organização logística da cidade, onde os veículos dos fornecedores, que são vários, levando em conta a diversidade de produtos oferecidos, entregam seus produtos em um único ponto, o depósito central da rede, portanto não precisam ir às várias lojas entregar pequenas quantidades, o que ocasionaria a circulação de veículos carregados parcialmente. Este regime de operação diminui o número de caminhões em circulação e a frequência das entregas, que são realizadas em volumes maiores, reduzindo consequentemente, o consumo de combustível e as emissões de poluentes locais e globais.

Entretanto, apesar desse sistema funcionar bem para grandes redes, essa consolidação das cargas pode se tornar complicada para pequenos varejos, pois as compras são individualizadas e as negociações podem ser diferentes conforme o perfil do varejista. Com isso torna-se comum a visualização de vários caminhões na porta das lojas aguardando pra descarregar alguns itens. Isso ocorre porque a distribuição é feita levando se em consideração apenas a facilidade do transportador ou do cliente, não levando em consideração os efeitos no sistema de trânsito e na cidade de modo geral (Crainic, 2004).

Embora a melhoria no gerenciamento da operação de transporte possa contribuir para a redução dos impactos causados pelo transporte rodoviário em área urbana, existe ainda um longo caminho a percorrer. A necessidade de se desenvolver novas tecnologias e combustíveis mais limpos e de se buscar um planejamento mais adequado para atender o crescente aumento da demanda, torna-se cada vez mais urgente e prioritário.

No entanto, toda inovação pode apresentar variações na operação, em especial impactando o custo operacional da empresa. Nesse sentido, segundo Pereira (2008) é primordial que as empresas possuam um controle de seus custos, de modo que possam escolher melhor as alternativas para ofertas de serviços e tarifas, planejar seus investimentos e ter condições de identificar as oportunidades para um crescimento que a tornem mais sustentáveis, sem prejudicar sua competitividade perante o mercado.

3 – MÉTODOS DE GESTÃO DE CUSTOS.

Mesmo no cenário muito competitivo e de livre concorrência, segundo Pereira (2008), as empresas brasileiras, especificamente na área de transporte de cargas, não desenvolveram uma cultura de controle de custos. No recente passado de inflação alta, margens confortáveis e eventuais aumentos no custo poderiam ser repassados ao cliente.

No entanto, com a inflação controlada, os valores de frete se tornaram estáveis e a concorrência aumentou, tornando-se essencial conhecer e controlar os custos.

Com essa necessidade as empresas adotam sistemas de gestão de custos que variam muito em seu grau de precisão, segundo Valente (2008) as características peculiares de cada empresa proporcionam prioridades diferentes no controle de cada uma delas, ocasionando muitas distorções que se refletem nos fretes praticados.

Uma compreensão precisa dos custos facilita a gestão das políticas comerciais, estratégicas e possíveis investimentos, tornando-se imprescindível num mercado onde estão inseridas empresas que variam muito em tamanho, especificidade e competitividade (Pereira, 2008).

Segundo Valente (2008), existem inúmeros fatores que dificultam a gestão de transportadoras de maneira a maximizar a eficiência e racionalizar os processos de gestão. Tecnicamente por sua natureza os problemas relacionados à gestão e programação são bastante complexos, essa condição leva à adoção de procedimentos empíricos e indutivos, que muitas vezes, estão distantes do bom ou do ótimo.

Os avanços tecnológicos são relativamente recentes e estão sendo absorvidos lentamente pelos transportadores, muitas vezes os gestores desconhecem ou não acreditam em técnicas ou ferramentas novas e sofisticadas, que poderiam auxiliá-los na execução de suas tarefas (Valente, 2008).

Existe insegurança e resistência por parte dos operadores de transporte rodoviário de cargas em modificar um sistema de trabalho que vem sendo usado a muito tempo. Além disso, ainda há uma carência de ferramentas ou sistemas computacionais, capazes de ajudar os transportadores a planejar e a executar suas operações, a um custo acessível (Valente, 2008).

O controle efetivo dos custos é interessante a todos os envolvidos no sistema de transportes, tanto para o transportador para gerenciar seu patrimônio, como para o país que necessita do serviço de transporte em seu desenvolvimento e também para a

população que se beneficia desse serviço para aumentar sua qualidade de vida (Valente, 2008).

Tendo em vista que no Brasil o transporte de cargas opera em um mercado de livre concorrência, regulado segundo a lei 11.442 de cinco de Janeiro de 2007, a eficiência na gestão de custos torna-se um ponto muito importante para o crescimento e até mesmo para a sobrevivência das empresas (Valente, 2008).

A administração precisa sempre avaliar os impactos de suas decisões sobre os custos, sendo seu conhecimento, fundamental para a política de preços dos serviços, servindo também como referencial para o monitoramento da saúde financeira da empresa, e para apoio na tomada de decisões.

Segundo Valente (2008), em décadas passadas, pesquisas realizadas revelam que a maioria das transportadoras, então existentes no país, não estavam preocupadas com este tema. Muitos viam no controle de custos pura perda de tempo, dinheiro jogado fora ou ainda um luxo desnecessário. As decisões eram tomadas no bom senso e na experiência

Nos últimos anos, o interesse pelo cálculo e controle de custos operacionais está aumentando de modo considerável, principalmente em decorrência do controle de tarifas por órgãos do governo e fixação de preços, o que exige minuciosos estudos do custo de transporte.

Cada empresa possui uma estrutura administrativa própria e condições peculiares de operação, as prioridades de controle diferem uma da outra. Daí a necessidade de que a implantação de um sistema de controle de custos seja precedida de uma análise baseada na estimativa das despesas da frota.

São muitas as variáveis que influenciam esse sistema, tais como, quilometragem percorrida, tempo de operação, manutenção do veículo, local de trabalho etc., tornando impraticável obter um custo operacional que possa ser considerado como padrão antes de separar e alocar os custos em cada operação (Valente, 2008).

Os custos são classificados como custos diretos ou indiretos, fixos ou variáveis. Esses componentes são controlados por meio de centros de custo que processam os dados coletados nos formulários específicos para cada componente.

O controle desses custos proporciona a elaboração de relatórios e planilhas que permitem uma análise mais detalhada e organizada dos recursos utilizados pelas empresas, segundo Wernke (2004), pelos relatórios gerenciais o gestor dispõe de informações relevantes para iniciar processos que visem a melhoria contínua, com a

minimização de perdas, possibilitando o aumento da lucratividade sem aumentar as vendas. Uma vez que os dados sobre os custos da empresa foram tratados, alocados e agrupados para gerar informações precisas dos custos de cada operação de transporte executada pela empresa, essas informações darão ao gestor condições de tomada de decisão melhores.

Para entender melhor as considerações de gestão de custos propostas para o trabalho e esclarecer como são tratadas as variáveis estudadas, tornam-se necessárias algumas breves informações a respeito de gestão de custos.

A maioria das empresas de transportes de pequeno porte utiliza apenas sistemas de contabilidade de custos tradicionais, embora eles sejam os mais utilizados, por serem exigidos pela fiscalização, eles já não atendem as necessidades das empresas, em consequência os gestores não estão recebendo as informações precisas da rentabilidade e eficiência das operações dessas empresas, segundo Valente (2008) o desenvolvimento de um bom sistema de controle de custos pode ser uma ferramenta que permite ao empresário a otimização do resultado das atividades da empresa.

Para Faria e Costa (2010), esse sistema da contabilidade financeira que agrupa as contas por natureza de gastos, apesar de ser muito útil para registrar transações, se mostra deficiente no plano estrutural, não demonstrando custos num formato que seja de fácil e rápida visualização, para que os gestores possam apoiar suas decisões, a partir de informações mais detalhadas, pois a dificuldade de análise pode levar a erros e comprometer inclusive negociações em todo o sistema logístico.

O conjunto de relatórios que compõem o sistema de contabilidade gerencial, ou seja, as demonstrações contábeis são compostas por balanços patrimonial, financeiro e orçamentário, demonstrações do resultado do exercício, das mutações do patrimônio líquido, das origens e aplicações dos recursos, demonstrações de lucro e prejuízo e de fluxo de caixa, não apontam para o gestor os custos e resultados para cada operação, rota ou tipo de veículo, dificultando a visibilidade nos pontos em que deve atuar para corrigir possíveis erros ou oportunidade de obtenção de resultados melhores.

Embora aparentemente esses relatórios apresentem muitas informações nota-se que pontos importantes para tomada de decisões estratégicas não ficam muito evidentes.

Os sistemas utilizados são os mesmos que estiveram disponíveis há décadas, agora adaptados a sistemas computacionais, certamente podemos dizer que a informática automatizou os antigos sistemas manuais.

As consequências de sistemas de controle de custos imprecisos não foi fator prejudicial no passado, a demanda era alta e o ambiente permitia certo repasse desses custos aos clientes, porém, hoje isso não é mais possível, o ambiente competitivo obriga as empresas a melhorarem seus procedimentos e buscarem métodos que permitam um controle mais acurado de seus custos.

3.1 Conceitos Fundamentais

As interpretações encontradas na vasta literatura sobre gestão de custos podem conduzir a diferentes entendimentos dos fatores que podem ser classificados como gastos, investimentos, despesas perdas, desperdícios e custos, portanto usaremos para esta obra as definições segundo Wernke (2004):

Gastos: Termo usado para definir as transações financeiras, nas quais a empresa utiliza recursos ou assume uma dívida, em troca da obtenção de algum bem ou serviço.

Investimentos: São gastos que irão beneficiar a empresa em períodos futuros.

Despesas: Expressam o valor dos bens ou serviços consumidos direta ou indiretamente para a obtenção de receitas, de forma voluntária. Esse conceito é utilizado para identificarmos gastos não relacionados com a produção.

Perdas: São os fatos ocorridos em situações excepcionais que fogem a normalidade das operações da empresa.

Custos: São os gastos efetuados no processo de fabricação de bens ou de prestação de serviços. No caso do transporte rodoviário de carga são os fatores utilizados na operação como: combustível, pedágio, salário e encargos sociais dos motoristas, manutenção e depreciação dos caminhões.

Desperdícios: Este conceito pode englobar os custos e as despesas utilizados de forma não eficiente. Ou seja, são considerados desperdícios todas as atividades que não agregam valor e que resultam em gastos de tempo, dinheiro, além de adicionarem custos desnecessários ao transporte.

3.2 Classificação dos custos e formação de frete.

Segundo Wernke (2004), os custos devem ser classificados de acordo com uma ordem, para o sistema gerencial de custos essa classificação é segregada de forma a identificar os custos quanto à tomada de decisão, quanto à identificação e quanto ao volume produzido.

Quanto à tomada de decisão, os custos podem ser relevantes, aqueles que são alterados em função da tomada de decisão, ou irrelevantes, que não são alterados.

Quanto à identificação, os custos podem ser diretos, quando podem ser facilmente apropriados ao serviço produzido, ou indiretos, quando não podem ser alocados de forma direta e objetiva ao serviço. Os custos indiretos necessitam de artifícios, denominados rateio, para serem alocados ao produto ou serviço.

Quanto ao volume de serviço produzido, os custos podem ser fixos, quando se mantêm estáveis independentemente do volume de serviço produzido, ou variáveis, quando variam com o volume de produtos ou serviços da empresa. Neste estudo, analisar-se-ão os custos fixos e variáveis relacionados ao transporte de cargas em área urbana.

Segundo Novaes (2004), o custo fixo, que é calculado em base mensal, normalmente é composto por amortização do capital investido, salários e encargos dos motoristas, seguro e licenciamento dos veículos e parte fixa da manutenção.

Para Ballou (2001), todos os custos possuem partes fixas e partes variáveis, e a alocação do custo dentro de uma categoria ou outra depende da perspectiva individual do gestor ou controlador de custos, isso porque todos os custos variam se forem considerados períodos de tempo e volumes transportados grandes.

O custo variável que é calculado em reais por quilometro, é composto por combustíveis, pneus, câmaras de ar, lubrificantes, lavagens e manutenção.

Os custos fixos podem ser controlados em períodos, geralmente mês, enquanto os custos variáveis são geralmente controlados por quilômetros rodados (Novaes, 2004). Em operações de transporte onde os fluxos são constantes e as quilometragens rodadas variam pouco, utilizando um tempo de operação de um ano ou mais, pode-se dividir o custo fixo pelos quilômetros rodados no mês, obtendo assim o custo fixo em Reais por quilometro, que, somando-se ao custo variável, obtêm-se então o custo total em Reais por quilometro, (fixo mais variável).

Com essa informação, o transportador, consegue comparar o seu custo com o frete oferecido no mercado, podendo ou não aceitar um novo trabalho, ou negociar com seu embarcador as tarifas de frete aplicadas, dependendo da margem de lucro resultante da diferença entre o frete e o custo da empresa.

Geralmente o valor de frete segue a lei da oferta e da procura. Os grandes embarcadores possuem tabelas de frete prontas, que estão niveladas com outras empresas e, portanto o transportador dificilmente consegue negociar valores diferentes

do oferecido. Essa condição pode ser diferente quando há falta de oferta de serviço em determinados períodos ou regiões ou para caso de transportes de cargas muito específicas que exigem equipamentos e operações de transporte especiais.

Outra possibilidade é o desenvolvimento de projetos de transportes diferenciados, customizados às necessidades do embarcador. Nesse caso é necessário para o transportador, o conhecimento preciso de todos os custos, permitindo a esse formar um preço de frete que atenda os níveis de serviço e preço desejados pelo contratante e que proporcione ao transportador a margem de lucro desejada.

3.3 Relatórios e planilhas de custos gerenciais.

As planilhas são ferramentas utilizadas para inserção de dados e posterior tratamento e análise, geralmente são customizadas para cada empresa, segundo Valente, (2008), cada empresa tem sua estrutura administrativa, assim como condições de operação diferentes, sendo assim as prioridades de controle diferem umas das outras.

Esses relatórios e planilhas auxiliam num sistema de controle que segundo Valente (2008), busca respostas para questões como a diferença entre custos de manutenção dos veículos, de consumo de combustível, consumo de óleo lubrificante, qual o tipo de pneu apresenta melhor desempenho na operação, qual o nível adequado para os custos administrativos e relação entre tempo parado e em operação.

Para referência do trabalho, será utilizada uma adaptação baseada na planilha de custo da NTC (Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística) que representa os itens de custo do transporte com detalhes suficientes e que os trata de maneira organizada, abrangendo os principais custos de operação do transporte rodoviário de cargas.

Desse modo, para cálculo dos custos operacionais considera-se a estrutura de custos apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Planilha de custos de transporte rodoviários de carga.

| |
|--|
| A - Custos Fixos Mensais |
| a - Remuneração de Capital |
| b - Salário do motorista |
| c - Reposição do veículo |
| d - Reposição da carroceria |
| e - Licenciamento |
| B - Custos Variáveis por km |
| a - Peças, acessórios, materiais de manutenção e Mão de Obra |
| b - Combustível |
| c - Lubrificantes |
| d - Lavagem e lubrificação |
| e - Pneus |

Fonte: Adaptado de NTC (2009).

Para cálculo parcela do custo que é fixa, considerou-se os itens de custo remuneração de capital, salário do motorista, reposição do veículo, reposição da carroceria e licenciamento, conforme Equação 1.

$$CF = R_{cp} + S_m + R_v + R_c + Li \quad (1)$$

Onde:

CF = Custo fixo R\$

R_{cp} = Remuneração de capital R\$

S_m = Salário do motorista R\$

R_v = Reposição do veículo R\$

R_c = Reposição da carroceria R\$

Li = Licenciamento R\$

Os itens de custo remuneração de capital, salário do motorista, reposição do veículo, reposição da carroceria e licenciamento, foram calculados conforme Equações 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, sendo o resultado valores monetários mensais.

$$RCP = (V_v + V_c) * T_a \quad (2)$$

Onde:

V_v = Valor do veículo R\$

V_c = Valor carroceria R\$

T_a = Taxa de atratividade (valor em % mensal determinada pelo investidor)

$$S_m = S_a + (S_a * P_s) \quad (3)$$

Onde:

S_a = Salário R\$

P_s = Percentual dos encargos sociais

$$R_v = V_v / V_u \quad (4)$$

Onde:

V_v = Valor do veículo R\$

V_u = Vida útil em meses

$$R_c = V_c / V_u \quad (5)$$

Onde:

V_c = Valor da carroceria R\$

$$L_i = (I_p + T_{li}) / 12 \quad (6)$$

Onde:

I_p = IPVA R\$

T_{li} = Taxa de licenciamento R\$

No que tange ao cálculo dos itens variáveis de custo, considerou-se o custo referente a reposição de peças e acessórios, combustível, lubrificante e pneus, conforme Equação 7.

$$CV = P_a + C + L_b + L_v L_b + P_n \quad (7)$$

Onde:

CV = Custo variável R\$

P_a = Peças e acessórios e mão de obra R\$

C = Combustível R\$

Lb = Lubrificante R\$

LvLb = Lavagem e lubrificação R\$

Pn = Pneus R\$

Os itens de custo peças e acessórios, combustível, lubrificante e pneus foram calculados conforme Equações 8, 9, 10, 11 e 12, respectivamente.

$$Pa = (Pc + Ac + Mt + Mo) / km \quad (8)$$

Onde:

Pc = Peças R\$

Ac = Acessórios R\$

Mt = Materiais R\$

Mo = Mão de Obra R\$

km = Quilometragem percorrida Km

$$C = (Pd / De) * km \quad (9)$$

Onde:

Pd = Preço do diesel em R\$/l

De = Desempenho do veículo em Km/l

Km = Quilometragem percorrida

$$Lb = Pl / kt \quad (10)$$

Onde:

Pl = Preço do lubrificante R\$

Kt = Quilometragem de troca Km

$$LvLb = (Cl / Pd) + (Cb * Pd) \quad (11)$$

Onde:

Cl = Custo das lavagens R\$

Cb = Custo lubrificação R\$

Pd = Quilometragem para realização km

$$Pn = (Cp + Cr) / Vup \quad (12)$$

Onde:

C_p = Custo do pneu em R\$

C_r = Custo de recapagem em R\$

V_{up} = Vida útil do pneu em km, para uso normal e mais duas recapagem

4. USO DE BIOCOMBUSTÍVEIS EM SUBSTITUIÇÃO AO DIESEL DE PETRÓLEO

Para atingir seu objetivo de mover pessoas e mercadorias utilizando diferentes modos de transporte, o setor de transportes consome quase 30% da produção mundial de energia (IEA, 2010), grande parte desta energia é fóssil e não renovável. Segundo Dwivedi (2011), no século 20 o consumo de energia mais que dobrou e a maioria da energia utilizada está perto da exaustão, tendo causado consequências ambientais prejudiciais com seu uso.

Como resultado, em 2008 segundo a OCDE / IEA (2010a), o setor de transporte foi responsável por 22% das emissões totais de CO₂.

Para reduzir ou minimizar as emissões deste setor, pode-se utilizar diferentes estratégias, como melhorar a eficiência dos veículos, incentivar uma mudança para modos mais eficientes e uso de combustíveis de baixa emissão de carbono e outros poluentes como biocombustíveis.

De acordo com a OECD / IEA (2011), Cheng e Timilsina (2011) e Nigam e Singh (2011), os biocombustíveis são combustíveis líquidos e gasosos, predominantemente, produzidos a partir de biomassa.

Segundo a OCDE / IEA (2010a), a maioria dos biocombustíveis é compatível com os motores convencionais e podem ser usado em mistura com os combustíveis convencionais utilizados atualmente no setor de transporte. O uso de combustíveis renováveis pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa e contribuir para a segurança do país através da diversificação das fontes de abastecimento para o transporte.

Encontrar um substituto para o óleo diesel de petróleo, que é um combustível obtido de fonte não renovável, de modo que seja possível minimizar os impactos ambientais decorrentes de seu uso e ao mesmo tempo ampliar a segurança da nação com relação a dependência de combustíveis fósseis, tem sido um desafio para o Brasil nos últimos 50 anos.

Assim, na busca de soluções para a substituição dos combustíveis fósseis não renováveis, o Brasil tem realizado testes e estudos a fim de tornar técnica e economicamente viáveis o uso de combustíveis alternativos tais como, etanol aditivado (ED95), biogás, diesel de cana e biodiesel. Tais combustíveis podem ser utilizados com diferentes finalidades, no entanto, tem se dado atenção especial ao uso destes no setor de transporte, onde se verifica alto consumo de combustíveis fósseis e conseqüentemente da emissão de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa oriundos deste consumo.

No entanto, para o uso do ED95 e do biogás em transporte rodoviário de carga, faz-se necessário adaptar os veículos, o que encarece e dificulta sua utilização. De acordo com Jasen et al (2010) o veículo movido a etanol apresenta um custo operacional cerca de 20% a 40% maior do que um veículo movido a diesel de petróleo. Do mesmo modo, os veículos movidos a gás natural apresentam um custo operacional cerca de 40% maior do que um veículo movido a diesel. Parte desse aumento se deve ao rendimento inferior apresentado por esses veículos, que pode ser entre 11% a 26% menor do que o rendimento apresentado por veículos movidos a diesel (IEA, 2002).

Já no caso do biodiesel e do diesel de cana, modificações no sistema de alimentação e injeção de combustível, parecem ser menores ou desnecessárias (Fetranspor, 2012). Segundo Dwivedi (2011) embora a potência do motor apresente resultado pouco inferior menos, 3 a 5%, o motor em si a curto prazo apresenta desgaste menor do que utilizando diesel de petróleo. Depósito de sedimentos e entupimento de mangueiras, são problemas comuns mas estão relacionados a combustíveis de baixa qualidade.

O óleo diesel de petróleo é um combustível fóssil, formado basicamente de hidrocarbonetos que possuem cadeias entre 13 e 25 carbonos e pequenas quantidades de oxigênio, nitrogênio e enxofre. No Brasil, segundo a Lei 11097/05 é obrigatória a adição de 5% em volume de biodiesel no óleo diesel de petróleo comercializado para consumo, de forma que este combustível passa a ser denominado de B5.

Para atender aspectos relacionados à redução das emissões de material particulado (MP) e óxidos de enxofre (SO_x) nos centros urbanos, desde 2010, em capitais brasileiras, como Rio de Janeiro, São Paulo, Fortaleza, Recife, Belém e Curitiba, utiliza-se uma mistura de 95% de diesel de petróleo com 50ppm de enxofre (S50) e 5% de biodiesel.

O biodiesel é um éster, formado por meio da reação de triglicerídeos e alcoóis, derivado de matéria-prima renovável como gorduras animais e óleos vegetais. Segundo Macor (2011), o biodiesel apresenta um consumo ligeiramente superior, proporcional ao seu poder calorífico inferior líquido, não diminuindo significativamente a eficiência do motor.

No Brasil utilizam-se como matéria prima, majoritariamente, a soja e o sebo bovino. Esse combustível pode ser utilizado puro (B100) ou misturado ao óleo diesel de petróleo em qualquer proporção formando uma mistura denominada BX, sem que sejam necessárias grandes modificações no motor e no sistema de alimentação utilizado atualmente.

O diesel de cana de açúcar é um hidrocarboneto com cadeia de 15 carbonos, que pode ser utilizado para substituir o diesel de petróleo, assim como o biodiesel, sem alterações na estrutura do motor, podendo ser utilizado puro ou misturado a qualquer proporção de óleo diesel de petróleo, sendo denominado AMDX.

Ambos os combustíveis citados apresentam potencial para reduzir as emissões de poluentes locais e principalmente dos gases de efeito estufa, com a vantagem de serem combustíveis renováveis.

De acordo com Nigam e Singh (2011), uma das principais vantagens do uso dos biocombustíveis é que eles são produzidos a partir de recursos renováveis, proporcionando uma alternativa para reduzir as emissões de CO₂, segundo Lapuerta (2007) o bioiesel pode ser considerado 100% renovavel se o alcool utilizado na transesterificação for tambem renovavel, mas se o equilibrio for feito pela massa esta proporção fica em torno de 90%, e 95% e se o equilibrio for feito em carbono de massa, esta alta proporção renovável pode justificar a consideração nulo nas emissões de CO₂, entretanto análises do ciclo biologico devem ser analisadas para que possa avaliar o impacto das emissões no efeito estufa global.

Além disso, esses recursos podem ser melhor distribuídos geograficamente, conforme a capacidade de produção e os interesses do país, diferente das reservas de petróleo, permitindo diversificar as fontes energéticas, reduzindo a dependência do petróleo e aumento da segurança com relação a combustíveis nos países.

Segundo a OCDE / IAE (2011), nem todos os biocombustíveis possuem preço competitivo com os combustíveis convencionais derivados do petróleo, tal competitividade varia de acordo com os tipos de matérias-primas e de tecnologia usada para a produção dos biocombustíveis.

5. ESTUDO DE CASO REPLACE TRANSPORTADORA LTDA.

Este capítulo tem por objetivo apresentar a operação de transporte de uma empresa de cargas urbanas na cidade do Rio de Janeiro, mostrando seus custos operacionais e analisar a sensibilidade nos custos totais para variações de uso de biocombustíveis, substituindo em parte ou totalmente o uso do diesel de petróleo por diesel de cana ou biodiesel. A empresa da qual se utilizará os dados é a Replace Transportadora Ltda.(RTL), a estrutura de cálculo do custo adotada neste estudo foi apresentada no Capítulo 3.

A empresa em questão presta serviço para uma grande rede de supermercados, e adota o modelo de operação de entregas um para um, no qual os caminhões partem de uma central de distribuição e entregam em uma única loja, voltando à central para um novo carregamento. Tal modelo de operação é desenvolvido de modo que os caminhões sejam totalmente ocupados, entendendo-se que quanto maior o caminhão melhor o desempenho, ou seja, custo menor, menos veículos rodando, menos veículos parados na porta da loja.

5.1 A empresa Replace Transportadora Ltda

O caso estudado é de uma empresa de Transporte Urbano de Cargas (TUC), Replace Transportadora Ltda., de origem familiar, fundada no ano 2000, que atua na distribuição de uma grande rede de supermercados.

A empresa está sediada em São João de Meriti, com abrangência geográfica compreendendo as cidades do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Magé, São João de Meriti, Belford Roxo, Mesquita, Queimados, Nova Iguaçu, Niterói, São Gonçalo e Itaboraí. A distância entre a central e as lojas varia de 3 km a 112 km na região metropolitana do Rio de Janeiro.

A RTL opera com três tipos de veículos com capacidade de carga diferentes, customizados para atender um cliente exclusivo, sendo todos equipados com baú de alumínio, tipo carga seca, com plataforma elevatória, sendo rastreados com tecnologia via celular. Assim, a empresa possui uma frota diversificada que conta com 07 caminhões leves (até 7t), 07 caminhões médios (até 14t) e 10 caminhões pesados (até 27t), conforme exemplificado nas Figuras 2,3 e 4.

Figura 2: Caminhão 4x2 (toco), leve capacidade até 7 toneladas de carga.



Fonte: Replace Transportadora Ltda.

Figura 3: Caminhão 6x2 (Truque), médio capacidade de carga 14 toneladas.



Fonte: Replace Transportadora Ltda.

Figura 4: Caminhão e semi reboque (carreta) pesado, 5 eixos, capacidade de carga 27 toneladas.



Fonte: Replace Transportadora Ltda.

Os veículos da frota da RTL são de fabricantes variados, mas com predomínio de marca Volkswagen em 62%, conforme Figura 5.

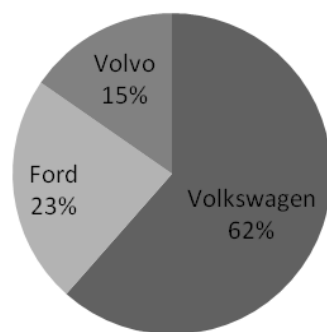


Figura 5: Distribuição da frota RTL por marcas de caminhões.

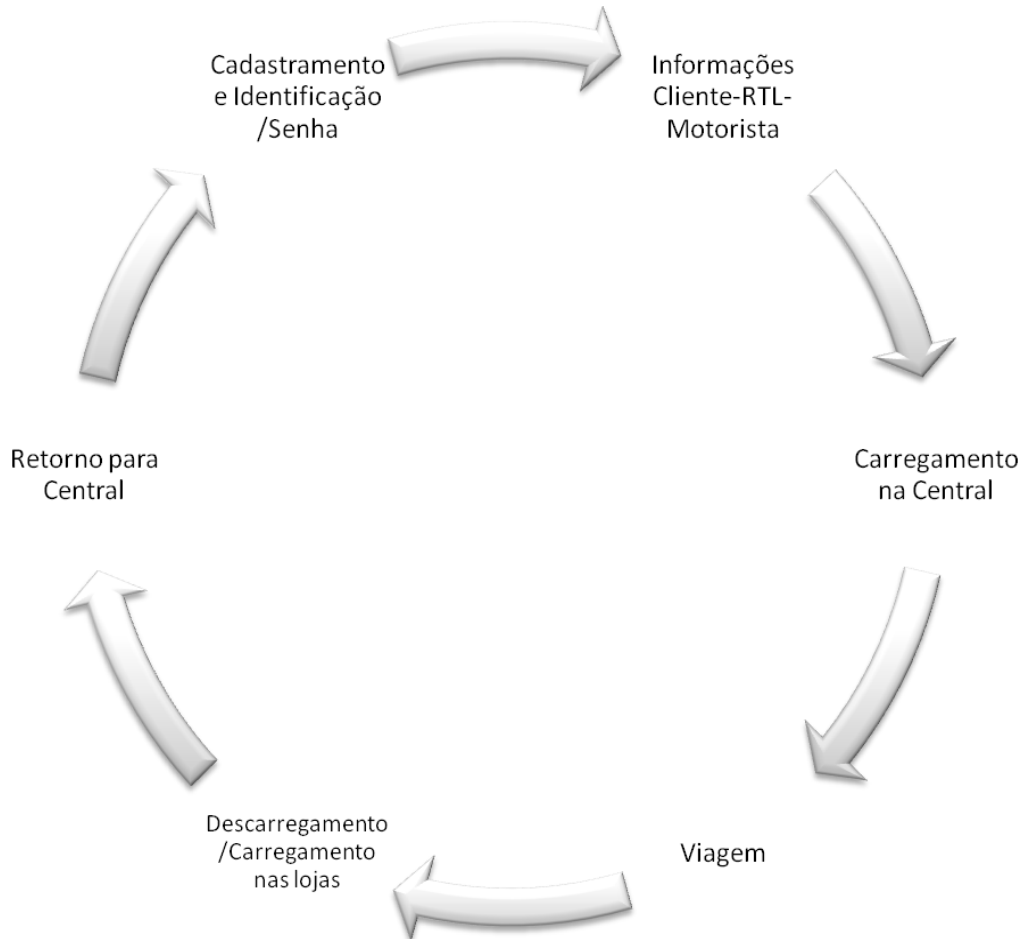
Como o modelo logístico utilizado pela empresa considera uma operação do tipo um para um e prevê que os caminhões sejam totalmente ocupados, é necessário um planejamento feito pela central logística do gestor da rede que identifica precisamente as necessidades e capacidades de cada loja, o desdobramento disso é um plano diário para entrega em cada uma das lojas do grupo.

O transporte das mercadorias tem início em São João de Meriti onde existe uma central de distribuição responsável pelo abastecimento de setenta e uma lojas. O planejamento da demanda os horários de entrega e a definição das rotas obedecem às restrições impostas pelo sistema, tanto de capacidade quanto de trânsito, sendo determinadas pelo gestor do grupo. Estas restrições são dadas pela capacidade das lojas de receber mercadorias, devido ao tamanho da área de estoque, espaço para estacionamento dos veículos e também pelo tamanho do lote pedido, também há restrições de horários e tipo de caminhão permitido para circulação em determinadas áreas da cidade, que são ou não autorizadas pelas autoridades de trânsito.

Sempre que possível prioriza-se a utilização dos caminhões pesados, havendo restrições, serão utilizados caminhões médios ou leves para as entregas. O tamanho do lote pedido em cada loja também é determinante, sempre é verificada a possibilidade de se transportar no menor custo, de modo que essa programação tem o objetivo de utilizar melhor a frota e atender as restrições impostas, executando o transporte em condições seguras e priorizando reduzir custos.

O ciclo operacional tem início com a entrada do veículo na central de distribuição, ao chegar à portaria o veículo e o motorista são identificados por um sistema de coleta de dados usando um leitor de código de barras. Veículo e condutor após este processo são automaticamente incluídos na fila para carregamento. Essa fila é

apenas para registro e uma vez incluso, o veículo pode estacionar em qualquer vaga no pátio de estacionamento, onde aguardará ser chamado para carregamento segundo ordem de chegada. Esse ciclo completo está representado resumidamente na Figura 6.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6: Ciclo operacional simplificado.

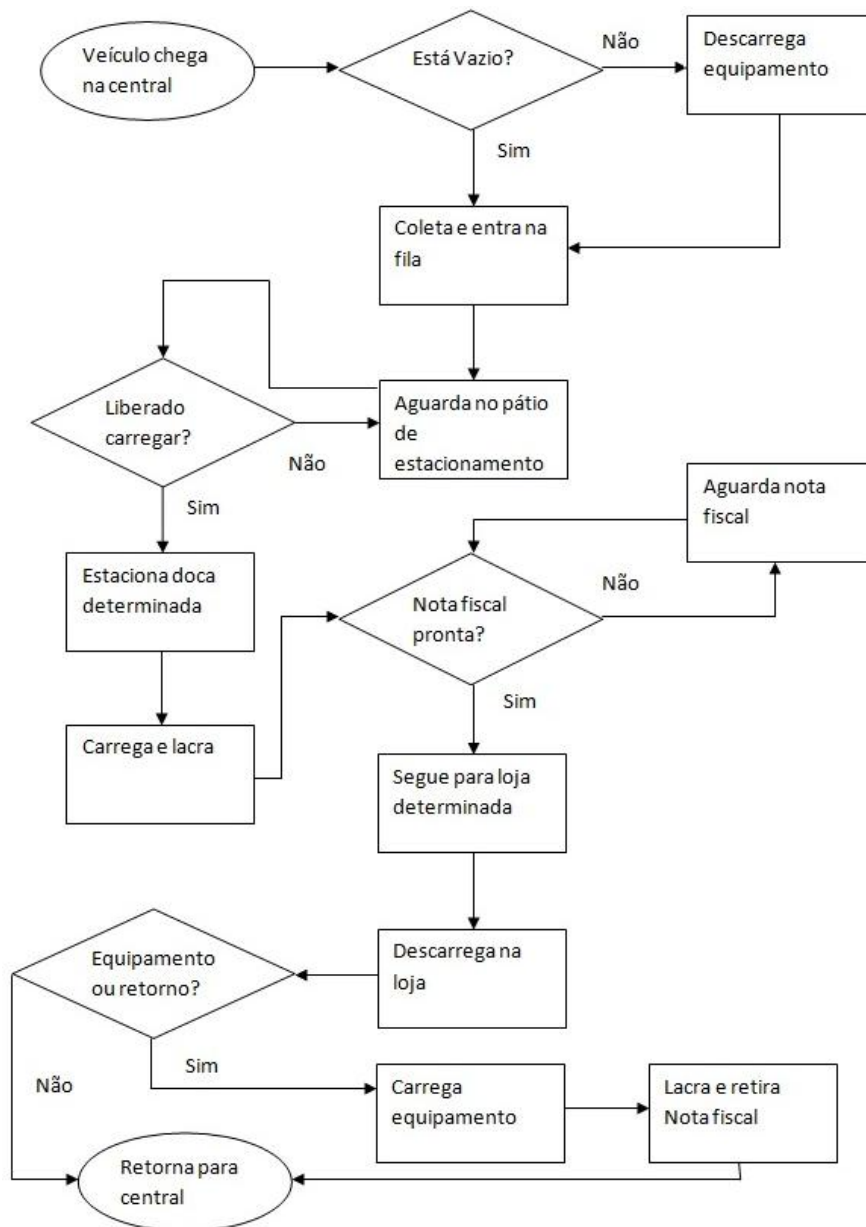
Existem várias filas distintas, uma para cada tipo de veículo, ou seja, uma pra leve, médio e pesado. A ordem de carregamento segue a ordem de chegada, caso seja notada alguma irregularidade ou necessidade de reparos que não podem ser corrigidos dentro da central o veículo sai da fila para correção e o processo se repete com uma nova entrada, ficando o veículo como último da fila novamente.

A programação da distribuição se dá em D+1 (Programação no dia, entrega no dia seguinte), ou seja, os pedidos de mercadorias efetuados hoje serão entregues amanhã na grade de horário de recebimento da loja. Casos de falta de mercadoria em exposição são tratados com planos de contingência e podem ser atendidos com um veículo extra

para o abastecimento ou podem ser incluídos, quando possível, ao pedido anteriormente solicitado seguindo no próximo embarque. Esse atendimento obedece às restrições de volume, custo e disponibilidade de veículo.

O carregamento corrente corresponde às solicitações do dia anterior, os veículos são carregados após uma programação realizada com base no volume pedido e nas restrições de veículos para cada loja. Após esta programação é possível determinar o volume de cargas dos caminhões leves, médios e pesados que serão disponibilizadas para embarque, por loja, por região e por horário, essas informações são passadas para o setor de separação e consolidação das mercadorias, que por sua vez solicitam que os veículos estacionem nas docas pré-determinadas para carregamento das mercadorias. Essa solicitação de veículos obedece ao sequenciamento de chegada dos veículos.

Após o carregamento, o motorista verifica a carga, fecha o veículo e lacra a porta. São entregues as notas fiscais e o veículo segue para a loja onde irá descarregar. Feito a descarga na loja, o veículo retorna à central de distribuição podendo voltar vazio ou com retorno de mercadoria ou equipamentos da loja, os equipamentos são *pallets e* contenedores especiais e os retornos são mercadorias vencidas ou avariadas que serão devolvidas na própria central de distribuição, depois do veículo vazio um novo ciclo recomeça, conforme Figura 7.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 7: Fluxograma da operação de transporte da RTL

As viagens são aleatórias, não existindo dedicação exclusiva de nenhum veículo a nenhuma loja, as entregas são executadas em uma única loja, com exceção dos veículos leves que em 20% das viagens fazem entregas em duas lojas. Cada veículo executa entre 38 e 43 viagens por mês, variando conforme os picos de demanda da rede, de modo que no total cada veículo roda entre 3200 km e 4100 km por mês.

5.2 Avaliação do impacto do uso de biocombustíveis no custo do transporte.

Buscando verificar qual o impacto do uso de biocombustíveis nos custos operacionais da empresa RTL, para a operação descrita, foram analisados os custos de operação dos veículos leve, médio e pesado, conforme estrutura de custo apresentada na Tabela 1 (Capítulo 3), utilizando como referência o combustível diesel B5, que é composto por 95% de diesel de petróleo S50 e 5% de biodiesel. Esse combustível é utilizado pela empresa e encontra-se disponível nos pontos de venda de combustíveis, sendo o valor utilizado como referência o valor pago pela empresa, assim como os demais valores dos outros itens de custo considerados neste estudo.

Os valores estão expressos em reais por quilômetro e calculados, conforme planilhas gerenciais da empresa com as fórmulas apresentadas no Capítulo 3. Como valor de quilometragem utilizada para o cálculo dos custos variáveis, considerou-se a média percorrida pelos veículos nos últimos 12 meses.

Os custos referentes à salário de oficina e seguro não foram considerados, pois a empresa opta por não contratar serviços de seguro, gerenciando seu risco internamente e dos serviços de oficina serem terceirizados. Os custos referente a mão de obra de manutenção estão inclusos no custo de peças e acessórios calculado conforme Equação (8) (Capítulo 3).

Os modelos dos veículos utilizados como referência são: Ford Cargo 1417 4x2 (veículo leve), Volkswagen 24-250 6x2 (veículo médio) e Volkswagen Titan 18-310 4x2 (veículo pesado).

Como distância média considerou-se 4100km para o caminhão médio, 3200km para o caminhão leve e 3200km para o caminhão pesado, conforme operação de transporte descrita no item 5.1.

Os custos apresentados são relativos a essa empresa e operação específicas, embora possa haver uma similaridade com empresas que prestam o mesmo tipo de serviço de transporte. Poderá ainda haver variações maiores se comparados a outras empresas, principalmente as empresas que operam em outras configurações de transporte como transferências entre plantas.

Pode-se observar na Tabela 2 que, em média, 64% dos custos são fixos e 36% são variáveis, sendo que o veículo leve é aquele que apresenta maior contribuição do custo fixo (67%) e o veículo médio o que apresenta menor contribuição do custo fixo (61%). Isso ocorre em função do alto custo com mão de obra (salário do motorista) que

representa sozinho em média 34% do custo total e o custo de capital (remuneração de capital, reposição do veículo da carroceria) que representam em média 31% do custo total.

No que tange ao custo variável, verifica-se que o custo de combustível representa em média 19% do custo total, sendo este o item de custo mais impactado quando se utiliza combustíveis alternativos. Em seguida, destaca-se o custo de manutenção (peças, acessórios, materiais de manutenção e mão de obra) com cerca de 13% do custo total.

Tabela 2: Custo por quilometro rodado dos veículos da RTL utilizando o combustível B5.

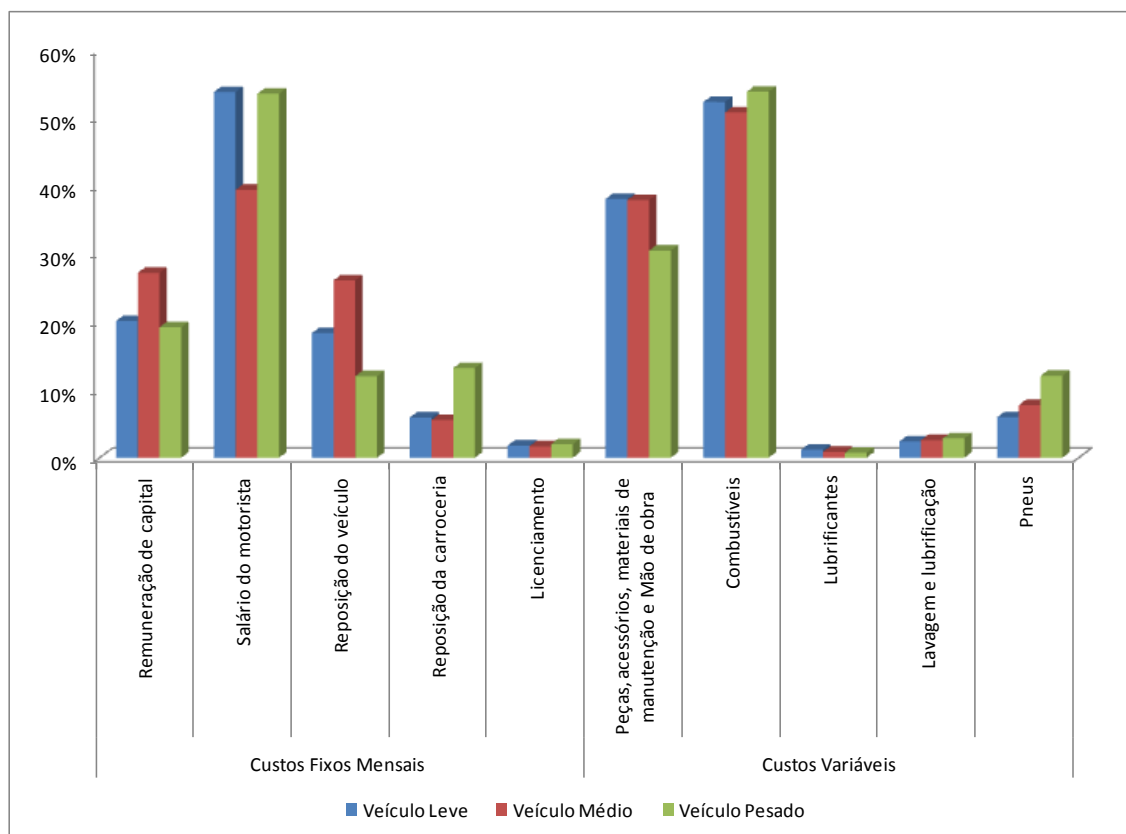
| Itens de análise | Leve | | Médio | | Pesado | |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | R\$/km | % | R\$/km | % | R\$/km | % |
| A - Custos Fixos Mensais : (a+b+c+d+e) | 1,69 | 67% | 1,80 | 61% | 2,50 | 64% |
| a - Remuneração de capital | 0,34 | 13% | 0,49 | 17% | 0,48 | 12% |
| b - Salário do motorista | 0,91 | 36% | 0,71 | 24% | 1,34 | 34% |
| c - Reposição do veículo | 0,31 | 12% | 0,47 | 16% | 0,30 | 8% |
| d - Reposição da carroceria | 0,10 | 4% | 0,10 | 3% | 0,33 | 8% |
| e - Licenciamento | 0,03 | 1% | 0,03 | 1% | 0,05 | 1% |
| B - Custos Variáveis: (a+b+c+d+e) | 0,84 | 33% | 1,16 | 39% | 1,41 | 36% |
| a - Peças, acessórios, materiais de manutenção e Mão de obra | 0,32 | 13% | 0,44 | 15% | 0,43 | 11% |
| b - Combustíveis | 0,44 | 17% | 0,59 | 20% | 0,76 | 19% |
| c - Lubrificantes | 0,01 | 0% | 0,01 | 0% | 0,01 | 0% |
| d - Lavagem e lubrificação | 0,02 | 1% | 0,03 | 1% | 0,04 | 1% |
| e - Pneus | 0,05 | 2% | 0,09 | 3% | 0,17 | 4% |
| C - Custo total : (A+B) | 2,53 | - | 2,96 | - | 3,91 | - |

Fonte: Elaboração própria.

Quando os itens de custo são avaliados em função dos custos fixos e variáveis, verifica-se que o custo com mão de obra (salário do motorista) que representa sozinho em média 49% dos custos fixos médios, seguido pelo custo de capital (remuneração de

capital, reposição do veículo da carroceria) que juntos são responsáveis por mais 49% dos custos fixos como se pode observar mais detalhadamente no Anexo 1.

Em relação ao custo variável, destaca-se o custo com combustível que representa em média 52% deste e o custo com peças, acessórios, materiais de manutenção e mão de obra, responsável por cerca de 36% do custo variável, conforme Figura 8.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8: Impacto dos itens de custo em função dos custos fixos e variáveis.

Esses custos foram calculados conforme fórmulas apresentadas no item 3.3, os dados para a composição desses custos estão apresentados no Anexo 2.

Para o cálculo do custo das misturas B20, B50, B80, B100, AMD5, AMD20, AMD50, AMD80 e AMD100, utilizou-se a Equação 13, esta equação foi elaborada para calcular o custo da mistura em Reais por litro, levando se em consideração os valores percentuais de biodiesel ou diesel de cana adicionados ao diesel de petróleo.

$$CD = \frac{(DC * VDC) + (DA * VDA)}{(DC * C) + ((DA * C) * (1 - AC))}$$

Onde:

CD = Custo do combustível em R\$/l

DC = Diesel Comum (S50) utilizado, em %

DA = Biocombustível adicionado à mistura (biodiesel ou diesel de cana), em %

VDC = Valor do Diesel comum em R\$/l

VDA = Valor do biocombutível adicionado à mistura em R\$/l

AC = Variação de consumo esperado para a mistura, em %

C = Consumo de combustível em litros por km

O custo do combustível B5 pago pela RTL é R\$ 1,99 por litro. Para o biodiesel considerou-se o preço de R\$ 3,00 por litro (Marques 2012). Já no que tange ao diesel de cana, como este ainda encontra-se em desenvolvimento e não possui um preço de mercado definido, considerou-se que este seria capaz de possuir escala de produção semelhante a do biodiesel e, portanto preço de venda similar. No entanto, em virtude do diesel de cana possuir PCI (Poder Calorífico Inferior) maior do que o biodiesel (14%) considerou-se como preço de venda estimado para este, o valor de R\$ 3,42, ou seja R\$ 3,00 mais 14%. Este valor foi calculado com base na diferença entre o PCI dos combustíveis diesel de cana (12.266 Kcal/kg¹ (Marques 2012)) e biodiesel (9.000 kcal/kg (ANP 2009)).

As misturas que são analisadas constam na Tabela 3, lembrando que o diesel utilizado atualmente é o B5, portanto o acréscimo de biodiesel na mistura leva em consideração que já possui 5% de biodiesel, por exemplo, na mistura B50, adiciona-se mais 45% de biodiesel, perfazendo um total de 50%, portanto B50.

Para as misturas com o diesel de cana, considerou-se que o diesel comercial não contém esse tipo de combustível na mistura então as adições são na totalidade, por exemplo, AMD50 é uma mistura de 50% diesel de petróleo comercial (B5) e 50% de diesel de cana.

¹ Valor de PCI estimado com base nos valores de Poder Calorífico Superior (PCS) do diesel de petróleo e diesel de cana, conforme Marques (2012).

Tabela 3: Detalhamento dos combustíveis analisadas

| Biocombustível | Sigla | Descrição |
|----------------|--------|--|
| Biodiesel | B10 | 90% de diesel de petróleo e 10% de biodiesel |
| | B20 | 80% de diesel de petróleo e 20% de biodiesel |
| | B50 | 50% de diesel de petróleo e 50% de biodiesel |
| | B80 | 20% de diesel de petróleo e 80% de biodiesel |
| | B100 | 100% de biodiesel |
| Diesel de cana | AMD5 | 90% de diesel de petróleo, 5% de biodiesel e 5% de diesel de cana |
| | AMD10 | 85% de diesel de petróleo, 5% de biodiesel e 10% de diesel de cana |
| | AMD20 | 75% de diesel de petróleo, 5% de biodiesel e 20% de diesel de cana |
| | AMD50 | 45% de diesel de petróleo, 5% de biodiesel e 50% de diesel de cana |
| | AMD80 | 15% de diesel de petróleo, 5% de biodiesel e 80% de diesel de cana |
| | AMD100 | 100% de diesel de cana |

Fonte: Elaboração própria.

Os fatores de emissão dos poluentes locais e CO₂ utilizados como referência (para o combustível B5) foram obtidos a partir de MMA (2011) e encontram-se detalhados na Tabela 4.

Tabela 4: Tabela de fatores de emissões de poluentes para o combustível B5.

| Itens analisados | | Veículo | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------|-------|--------|
| | | Leve | Médio | Pesado |
| Poluentes locais² | CO (g _{poluente} /km) | 0,82 | 1,06 | 1,23 |
| | Nox (g _{poluente} /km) | 4,64 | 5,95 | 6,93 |
| | HC (g _{poluente} /km) | 0,16 | 0,2 | 0,24 |
| | MP (g _{poluente} /km) | 0,08 | 0,1 | 0,12 |
| Gases de efeito estufa | CO ₂ (kg/l) | 2,67 | 2,67 | 2,67 |

Fonte: MMA (2011).

Para a análise do consumo de combustível, o estudo considerou PCI do diesel de petróleo (10.100 Kcal/kg) como referência, calculando-se o consumo para os demais combustíveis conforme variação existente no PCI. Assim, no caso do B100, cujo PCI é 9.000 kcal/kg (ANP, 2009) considerou-se um consumo em litros 12,22% maior que o

² Os valores disponíveis em MMA (2011) foram ajustados conforme rendimento médio de cada veículo.

diesel de petróleo. Para as demais misturas de diesel e biodiesel considerou-se um acréscimo no consumo proporcional a quantidade de biodiesel utilizada.

Para o AMD100, cujo PCI é 10.266 kcal/kg (Marques, 2012) considerou-se um consumo 1,6% menor que o diesel de petróleo. Para as demais misturas de diesel e diesel de cana considerou-se um decréscimo no consumo proporcional a quantidade de diesel de cana utilizada.

Não foram consideradas alterações no custo de manutenção em virtude do uso dos bicomcombustíveis biodiesel e diesel de cana, porém novos estudos ou uma aplicação em maior escala do uso dos combustíveis analisados, principalmente do B100, podem proporcionar dados concretos de um possível aumento de custos e possíveis adaptações necessárias nos veículos.

De acordo com os dados da Fetranpor (2011), por meio do uso do biodiesel, quando comparado ao B5, é possível obter reduções significativas dos poluentes atmosféricos locais, monóxido de carbônico, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos não metanos e materiais particulados (CO, NOx, HC e MP) conforme Tabela 5, com exceção na emissão de óxidos de nitrogênio que para o caso do biodiesel, apresentou pequeno aumento.

Tabela 5: Variação na emissão de poluentes locais provenientes do uso de biodiesel em relação ao uso de B5.

| Mistura | Variação nas Emissões | | | |
|---------|-----------------------|--------|--------|--------|
| | CO | Nox | HC | MP |
| B5 | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| B20 | 85,0% | 104,0% | 80,0% | 85,0% |
| B50 | 70,0% | 106,0% | 58,0% | 70,0% |
| B80 | 59,0% | 109,0% | 41,0% | 58,0% |
| B100 | 52,0% | 110,0% | 33,0% | 53,0% |

Fonte Fetranpor (2011).

Segundo AMYRIS (2011), o diesel de cana, quando comparado ao B5, pode proporcionar as reduções de emissões apresentadas na Tabela 6, na qual observamos a redução de todos os itens analisados.

Tabela 6: Variação na emissão de poluentes locais provenientes do uso de diesel de cana em relação ao uso de B5.

| Mistura | Variação nas Emissões | | | |
|---------|-----------------------|--------|--------|--------|
| | CO | Nox | HC | MP |
| B5 | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| AMD20 | 93,00% | 95,00% | 96,00% | 99,00% |
| AMD50 | 85,00% | 88,00% | 88,00% | 94,00% |
| AMD80 | 83,00% | 87,00% | 86,00% | 94,00% |
| AMD100 | 79,00% | 84,00% | 83,00% | 93,00% |

Fonte: Adaptado de AMYRIS (2011).

As emissões líquidas de CO₂ provenientes dos biocombustíveis utilizados foram consideradas nulas para a análise do consumo final, uma vez que se considerou que já foram ou serão absorvidas durante a plantação da matéria prima.

5.3 Análise dos Resultados.

De acordo com os dados obtidos foram analisados os impactos do uso de diferentes misturas de diesel de petróleo e biodiesel (Bx) e diesel de petróleo e diesel de cana (AMDx), no custo operacional e nas emissões de poluentes locais (CO, NOx, HC e MP) e CO₂.

O custo de combustível foi alterado em função da introdução dos biocombustíveis (biodiesel e diesel de cana), os demais custos permaneceram inalterados. Para tanto, considerou-se além da variação no preço do combustível o PCI destes, considerando-se assim, aumento no consumo em função do uso de biodiesel e redução do consumo em função do uso do diesel de cana, proporcionalmente à mistura utilizada.

Analisando o veículo leve, verifica-se que ao se utilizar o combustível B50, com acréscimo no custo operacional (custo fixo mais custo variável) em torno de 10% e um acréscimo no custo de combustível de cerca de 30%, é possível obter reduções na emissão dos poluentes atmosféricos CO (-30%), HC (-42%), MP (-15%) e CO₂ (-47%), com acréscimo na emissão de NOx (+6%) (Tabela 7).

Em função de o biodiesel possuir PCI 12,22% menor do que o diesel de petróleo, o uso do B50 proporciona um acréscimo no consumo de combustível de 5,5%, no entanto, por meio do uso deste é possível obter um acréscimo no uso de energia renovável da ordem de 900% em relação ao B5, ou seja passou de 5% para 50% o uso de biodiesel na mistura (Tabela 7).

No caso do uso do AMD50, para um aumento de custo similar ao citado acima (cerca de 10%) no custo operacional (custo fixo + custo variável) e um acréscimo no custo de combustível de cerca de 35%, seria possível obter reduções de -15%, -12%, -12%, -5,7% e -52% nas emissões de CO, NO_x, HC, MP e CO₂, respectivamente. O uso deste combustível ainda permite uma redução no consumo de combustível de 0,8%, em função deste possuir maior PCI do que o diesel de petróleo. Além disso, é possível obter um acréscimo no uso de energia renovável de cerca de 1000% em relação ao B5.

No que tange aos veículos médio e pesado, verifica-se, percentualmente, que estes apresentam resultados similares aos descritos para o veículo leve nos itens consumo de energia, energia renovável e emissões, conforme Tabelas 8 e 9. Isto ocorre porque eles são comparados ao desempenho do veículo utilizando diesel B5, embora em valores absolutos os veículos de maior consumo tenham maiores ganhos, como mostra a Tabela10, quando comparados ao desempenho do seu respectivo resultado para o B5 os ganhos percentuais são os mesmos.

O mesmo não acontece com os custos, onde observamos um aumento de custo percentual maior nos veículos de maior consumo de combustível, os que têm maior quilometragem mensal e os que têm os outros custos que compõem o custo total mais baixos, nesse caso as variações percentuais são maiores.

Tabela 7: Análise da variação do custo operacional, consumo de energia e redução de emissões referente ao veículo leve – valores percentuais.

| Itens avaliados | Combustível | Variação em relação ao B5 | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|------|------|------|------|-------|
| | | Consumo combustí-vel | Energia renovável utilizada | Custo de combustível | Custo operacional | CO | Nox | HC | MP | CO2 |
| Biodiesel | B20 | 1,8% | 300% | 10% | 3,00% | -15% | 4% | -20% | -15% | -16% |
| | B50 | 5,5% | 900% | 30% | 9,20% | -30% | 6% | -42% | -30% | -47% |
| | B80 | 9,2% | 1500% | 52% | 15,68% | -41% | 9% | -57% | -42% | -79% |
| | B100 | 12,2% | 1900% | 72% | 21,33% | -48% | 10% | -67% | -69% | -100% |
| Diesel de cana | AMD5 | -0,1% | 100% | 4% | 1,05% | -2% | -2% | -7% | -1% | -5% |
| | AMD20 | -0,3% | 400% | 14% | 4,21% | -7% | -5% | -4% | -2% | -21% |
| | AMD50 | -0,8% | 1000% | 35% | 10,48% | -15% | -12% | -12% | -6% | -53% |
| | AMD80 | -1,3% | 1600% | 55% | 16,73% | -21% | -17% | -13% | -8% | -84% |
| | AMD100 | -1,6% | 1900% | 69% | 20,87% | -27% | -22% | -16% | -10% | -100% |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8: Análise da variação do custo operacional, consumo de energia e redução de emissões referente ao veículo médio – valores percentuais

| Itens avaliados | Combustível | Variação em relação ao B5 | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|------|------|------|------|-----------------|
| | | Consumo combustivel | Energia renovável utilizada | Custo de combustível | Custo operacional | CO | Nox | HC | MP | CO ₂ |
| Biodiesel | B20 | 1,8% | 300% | 10% | 3,48% | -15% | 4% | -20% | -15% | -16% |
| | B50 | 5,5% | 900% | 30% | 10,67% | -30% | 6% | -42% | -30% | -47% |
| | B80 | 9,2% | 1500% | 52% | 18,18% | -41% | 9% | -57% | -42% | -79% |
| | B100 | 12,2% | 1900% | 72% | 24,72% | -48% | 10% | -67% | -47% | -100% |
| Diesel de cana | AMD5 | -0,1% | 100% | 4% | 1,22% | -2% | -2% | -7% | -1% | -5% |
| | AMD20 | -0,3% | 400% | 14% | 4,88% | -7% | -5% | -4% | -2% | -21% |
| | AMD50 | -0,8% | 1000% | 35% | 12,16% | -15% | -12% | -12% | -6% | -53% |
| | AMD80 | -1,3% | 1600% | 55% | 19,40% | -21% | -17% | -13% | -8% | -84% |
| | AMD100 | -1,6% | 1900% | 69% | 24,21% | -27% | -22% | -16% | -10% | -100% |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 9: Análise da variação do custo operacional, consumo de energia e redução de emissões referente ao veículo pesado – valores percentuais

| Itens avaliados | Combustível | Variação em relação ao B5 | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|------|------|------|------|-----------------|
| | | Consumo comustível | Energia renovável utilizada | Custo de combustível | Custo operacional | CO | Nox | HC | MP | CO ₂ |
| Biodiesel | B20 | 1,8% | 300% | 10% | 3,03% | -15% | 4% | -20% | -15% | -16% |
| | B50 | 5,5% | 900% | 30% | 9,32% | -30% | 6% | -42% | -30% | -47% |
| | B80 | 9,2% | 1500% | 52% | 15,93% | -41% | 9% | -57% | -42% | -79% |
| | B100 | 12,2% | 1900% | 72% | 21,72% | -48% | 10% | -67% | -47% | -100% |
| Diesel de cana | AMD5 | -0,1% | 100% | 4% | 1,07% | -2% | -2% | -7% | -1% | -5% |
| | AMD20 | -0,3% | 400% | 14% | 4,28% | -7% | -5% | -4% | -2% | -21% |
| | AMD50 | -0,8% | 1000% | 35% | 10,66% | -15% | -12% | -12% | -6% | -53% |
| | AMD80 | -1,3% | 1600% | 55% | 17,00% | -21% | -17% | -13% | -8% | -84% |
| | AMD100 | -1,6% | 1900% | 69% | 21,21% | -27% | -22% | -16% | -10% | -100% |

Fonte: Elaboração própria.

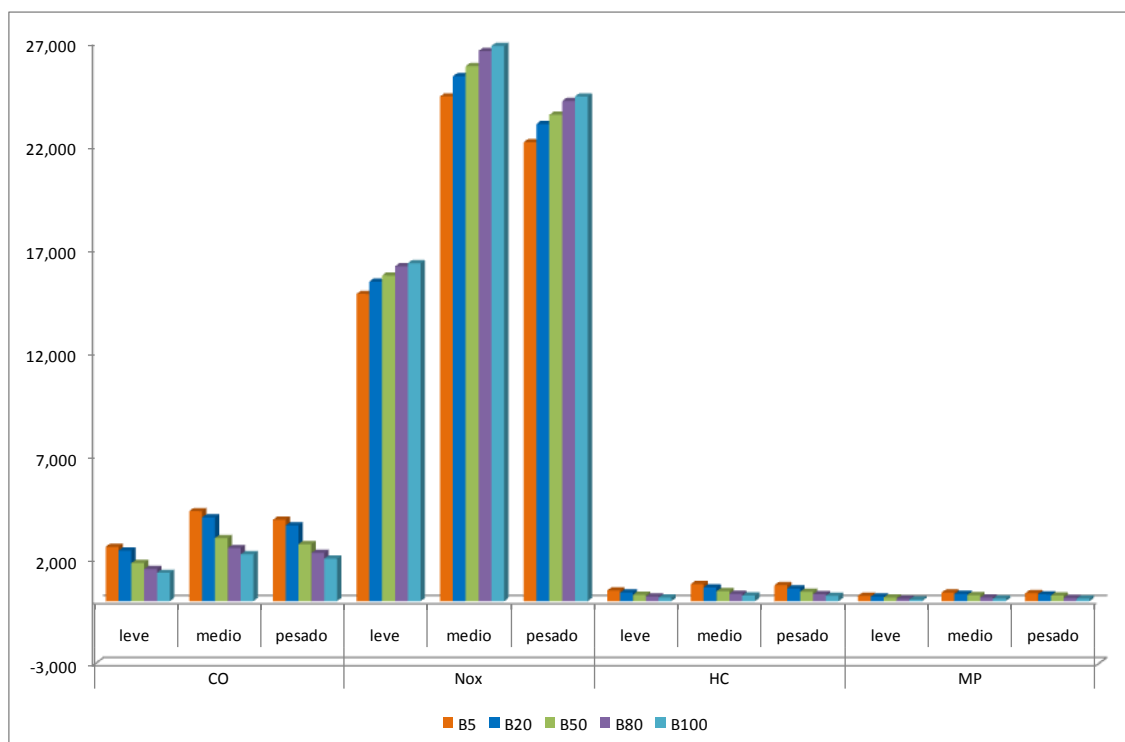
Tabela 10: Análise da variação do custo operacional x redução de emissões – valores absolutos.

| Veículos | Misturas | Custo Fixo | Custo Variável | Custo Total | Emissões em Kg/mês | | | | |
|----------|----------|------------|----------------|-------------|--------------------|--------|-------|-------|----------|
| | | | | | CO | Nox | HC | MP | CO2 |
| Leve | B5 | R\$ 1,69 | R\$ 0,84 | R\$ 2,53 | 2,624 | 14,848 | 0,512 | 0,256 | 1.804,41 |
| | B20 | R\$ 1,69 | R\$ 0,91 | R\$ 2,60 | 2,230 | 15,442 | 0,410 | 0,218 | 1.519,50 |
| | B50 | R\$ 1,69 | R\$ 1,07 | R\$ 2,76 | 1,837 | 15,739 | 0,297 | 0,179 | 949,69 |
| | B80 | R\$ 1,69 | R\$ 1,23 | R\$ 2,92 | 1,548 | 16,184 | 0,220 | 0,105 | 379,88 |
| | B100 | R\$ 1,69 | R\$ 1,37 | R\$ 3,06 | 1,364 | 16,333 | 0,169 | 0,079 | - |
| | AMD5 | R\$ 1,69 | R\$ 0,86 | R\$ 2,55 | 2,574 | 14,566 | 0,478 | 0,254 | 1.709,44 |
| | AMD20 | R\$ 1,69 | R\$ 0,94 | R\$ 2,63 | 2,438 | 14,150 | 0,494 | 0,252 | 1.424,53 |
| | AMD50 | R\$ 1,69 | R\$ 1,10 | R\$ 2,79 | 2,230 | 13,066 | 0,451 | 0,241 | 854,72 |
| | AMD80 | R\$ 1,69 | R\$ 1,26 | R\$ 2,95 | 2,073 | 12,324 | 0,445 | 0,236 | 284,91 |
| | AMD100 | R\$ 1,69 | R\$ 1,36 | R\$ 3,05 | 1,916 | 11,581 | 0,430 | 0,230 | - |
| Médio | B5 | R\$ 1,80 | R\$ 1,16 | R\$ 2,96 | 4,346 | 24,395 | 0,820 | 0,410 | 3.059,87 |
| | B20 | R\$ 1,80 | R\$ 1,26 | R\$ 3,06 | 3,694 | 25,371 | 0,656 | 0,349 | 2.576,73 |
| | B50 | R\$ 1,80 | R\$ 1,48 | R\$ 3,27 | 3,042 | 25,859 | 0,476 | 0,287 | 1.610,46 |
| | B80 | R\$ 1,80 | R\$ 1,70 | R\$ 3,50 | 2,564 | 26,591 | 0,353 | 0,168 | 644,18 |
| | B100 | R\$ 1,80 | R\$ 1,89 | R\$ 3,69 | 2,260 | 26,835 | 0,271 | 0,127 | - |
| | AMD5 | R\$ 1,80 | R\$ 1,20 | R\$ 2,99 | 4,255 | 23,931 | 0,766 | 0,408 | 2.898,82 |
| | AMD20 | R\$ 1,80 | R\$ 1,31 | R\$ 3,10 | 4,037 | 23,248 | 0,790 | 0,404 | 2.415,68 |
| | AMD50 | R\$ 1,80 | R\$ 1,52 | R\$ 3,32 | 3,694 | 21,468 | 0,722 | 0,387 | 1.449,41 |
| | AMD80 | R\$ 1,80 | R\$ 1,74 | R\$ 3,53 | 3,433 | 20,248 | 0,713 | 0,377 | 483,14 |
| | AMD100 | R\$ 1,80 | R\$ 1,88 | R\$ 3,67 | 3,173 | 19,028 | 0,689 | 0,369 | - |
| Pesado | B5 | R\$ 2,50 | R\$ 1,41 | R\$ 3,91 | 3,936 | 22,176 | 0,768 | 0,384 | 3.123,02 |
| | B20 | R\$ 2,50 | R\$ 1,53 | R\$ 4,03 | 3,346 | 23,063 | 0,614 | 0,326 | 2.629,91 |
| | B50 | R\$ 2,50 | R\$ 1,78 | R\$ 4,27 | 2,755 | 23,507 | 0,445 | 0,269 | 1.643,69 |
| | B80 | R\$ 2,50 | R\$ 2,04 | R\$ 4,53 | 2,322 | 24,172 | 0,330 | 0,157 | 657,48 |
| | B100 | R\$ 2,50 | R\$ 2,26 | R\$ 4,76 | 2,047 | 24,394 | 0,253 | 0,119 | - |
| | AMD5 | R\$ 2,50 | R\$ 1,46 | R\$ 3,95 | 3,861 | 21,755 | 0,717 | 0,382 | 2.958,65 |
| | AMD20 | R\$ 2,50 | R\$ 1,58 | R\$ 4,08 | 3,657 | 21,134 | 0,740 | 0,378 | 2.465,54 |
| | AMD50 | R\$ 2,50 | R\$ 1,83 | R\$ 4,33 | 3,346 | 19,515 | 0,676 | 0,362 | 1.479,32 |
| | AMD80 | R\$ 2,50 | R\$ 2,08 | R\$ 4,57 | 3,109 | 18,406 | 0,668 | 0,353 | 493,11 |
| | AMD100 | R\$ 2,50 | R\$ 2,24 | R\$ 4,74 | 2,873 | 17,297 | 0,645 | 0,346 | - |

Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar as emissões de poluentes locais provenientes do uso do biodiesel, verifica-se que conforme se aumenta a mistura, as emissões diminuem, com exceção do

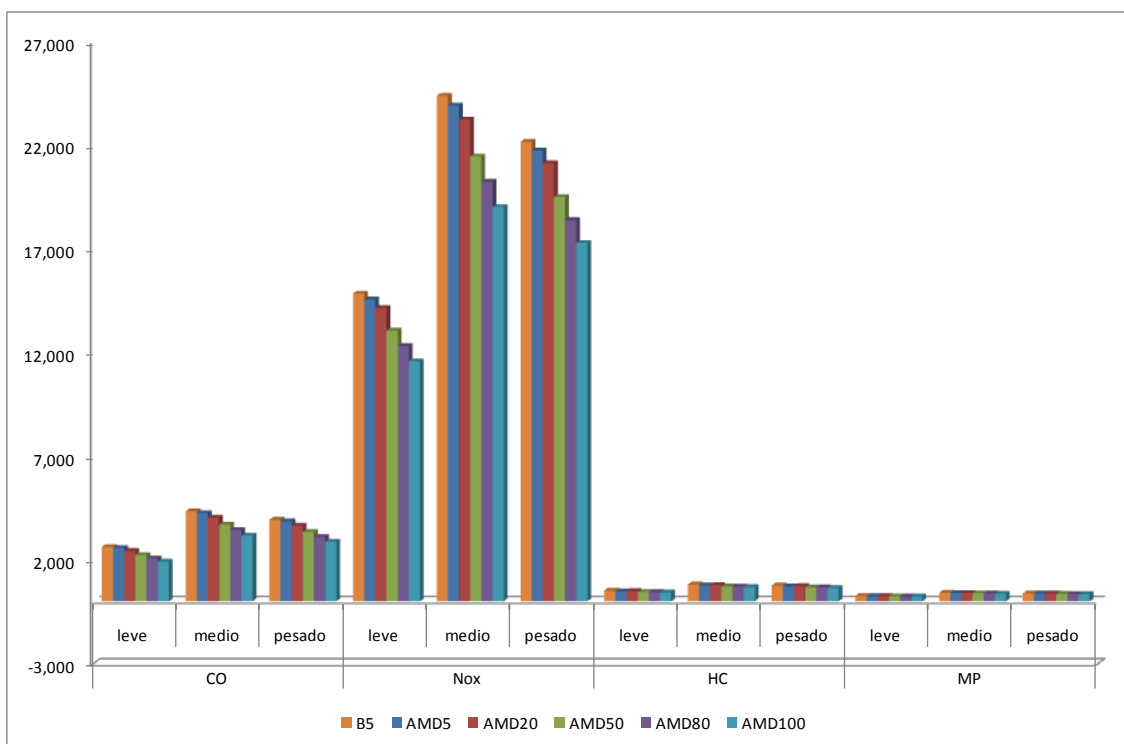
NOx que apresenta um ligeiro aumento, devido as características do próprio combustível. Na Figura 9 é possível verificar que o veículo médio é aquele que apresenta maior emissão de poluentes locais. Isso ocorre devido ao fato deste veículo ser o que apresenta maior quilometragem média.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9: Emissões de poluentes locais provenientes do uso de biodiesel – valores absolutos expressos em gramas por quilômetro rodado.

Na Figura 10, é possível verificar as emissões de poluentes locais referentes ao uso do diesel de cana. Pode-se verificar que o uso do diesel de cana, em função da própria composição do combustível, proporciona menores reduções nas emissões de CO, HC e MP do que o uso do biodiesel. No entanto, em relação a emissão de NOx, poluente que os veículos em estudo apresentam maiores volumes de emissão, o diesel de cana pode apresentar melhores resultados.

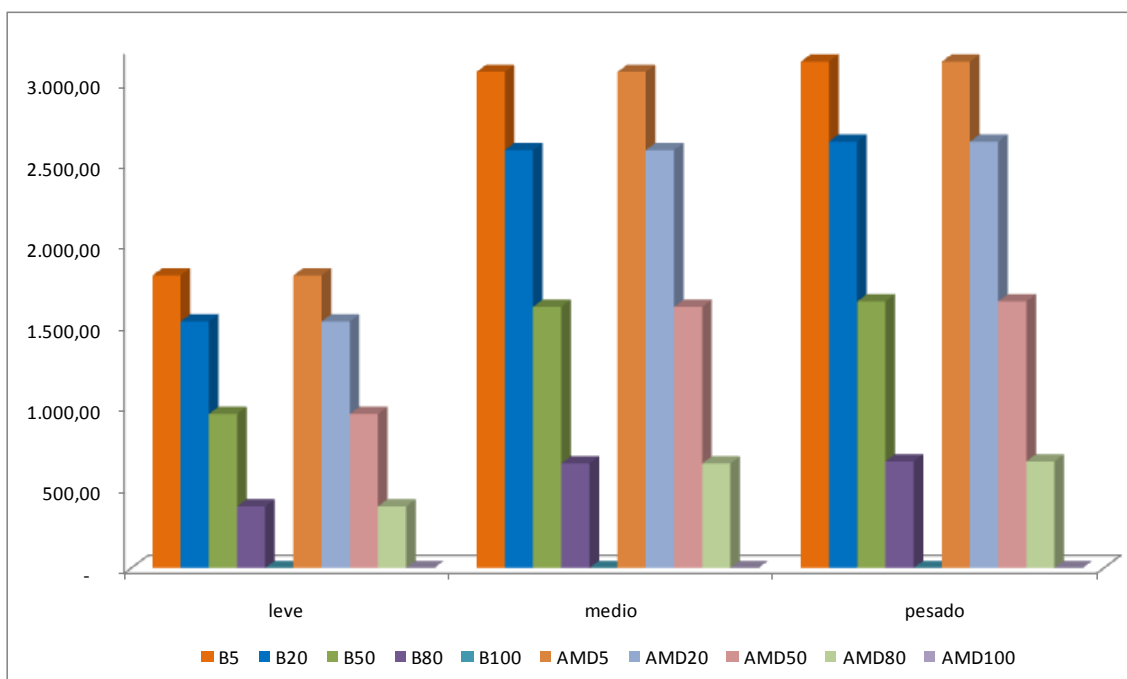


Fonte: Elaboração própria.

Figura 10: Emissões de poluentes locais provenientes do uso de diesel de cana – valores absolutos expressos em gramas por quilômetro rodado.

Ao analisar a Figura 11, verifica-se que o veículo com maior contribuição nas emissões de CO₂ é o veículo pesado, em função de seu rendimento que é 24% menor do que o do veículo médio e 42% menor do que o veículo leve, fazendo com que este consuma mais combustível e consequentemente emita mais CO₂.

Quanto a redução nas emissões deste gás de efeito estufa, pode-se verificar que, consideradas as variações no consumo de combustível em decorrência das variações nos PCIs dos combustíveis, esta é proporcional ao incremento de biocombustível, atingindo 100% quando se utiliza 100% de biocombustível, seja ele biodiesel ou diesel de cana (Figura 11).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 11: Emissões de gases de efeito estufa (CO₂) provenientes do uso de biodiesel e diesel de cana – valores absolutos em quilogramas por litro de combustível.

Para quantidades de quilômetros rodados no mês iguais a Tabela 11 deveria apresentar resultados de aumento de custos maiores aos veículos que tem maior consumo em km/l, mas como a análise é feita sobre custo total da operação, ao reduzir a quilometragem do veículo médio para 3200km/mês, seu custo fixo em R\$/km aumentou de R\$ 1,80 para R\$ 2,30 por quilometro conforme Anexo 3.

Quanto menor o custo fixo, maior a influência percentual do combustível alternativo no custo total.

Tabela 11: Análise dos custos operacionais e emissões considerando km igual para todos os veículos.

| Veículo | Mistura | Variação no Custo Operacional | Variação das emissões em relação B5 | | | | |
|---------|---------|-------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|---------|-----------------|
| | | | CO | Nox | HC | MP | CO ₂ |
| Leve | B5 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| | B20 | 3,00% | -15,00% | 4,00% | -20,00% | -15,00% | -15,79% |
| | B50 | 9,20% | -30,00% | 6,00% | -42,00% | -30,00% | -47,37% |
| | B80 | 15,68% | -41,00% | 9,00% | -57,00% | -42,00% | -78,95% |
| | B100 | 21,33% | -48,00% | 10,00% | -67,00% | -47,00% | -100,00% |
| | AMD5 | 1,05% | -1,90% | -1,90% | -6,60% | -0,60% | -5,26% |
| | AMD20 | 4,21% | -7,10% | -4,70% | -3,60% | -1,50% | -21,05% |
| | AMD50 | 10,48% | -15,00% | -12,00% | -12,00% | -5,70% | -52,63% |
| | AMD80 | 16,73% | -21,00% | -17,00% | -13,00% | -8,00% | -84,21% |
| | AMD100 | 20,87% | -27,00% | -22,00% | -16,00% | -10,00% | -100,00% |
| Médio | B5 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| | B20 | 3,24% | -15,00% | 4,00% | -20,00% | -15,00% | -15,79% |
| | B50 | 9,90% | -30,00% | 6,00% | -42,00% | -30,00% | -47,37% |
| | B80 | 16,82% | -41,00% | 9,00% | -57,00% | -42,00% | -78,95% |
| | B100 | 22,82% | -48,00% | 10,00% | -67,00% | -47,00% | -100,00% |
| | AMD5 | 1,13% | -2,10% | -1,90% | -6,60% | -0,60% | -5,26% |
| | AMD20 | 4,51% | -7,10% | -4,70% | -3,60% | -1,50% | -21,05% |
| | AMD50 | 11,24% | -15,00% | -12,00% | -12,00% | -5,70% | -52,63% |
| | AMD80 | 17,95% | -21,00% | -17,00% | -13,00% | -8,00% | -84,21% |
| | AMD100 | 22,40% | -27,00% | -22,00% | -16,00% | -10,00% | -100,00% |
| Pesado | B5 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| | B20 | 3,03% | -15,00% | 4,00% | -20,00% | -15,00% | -15,79% |
| | B50 | 9,32% | -30,00% | 6,00% | -42,00% | -30,00% | -47,37% |
| | B80 | 15,93% | -41,00% | 9,00% | -57,00% | -42,00% | -78,95% |
| | B100 | 21,72% | -48,00% | 10,00% | -67,00% | -47,00% | -100,00% |
| | AMD5 | 1,07% | -1,90% | -1,90% | -6,60% | -0,60% | -5,26% |
| | AMD20 | 4,28% | -7,10% | -4,70% | -3,60% | -1,50% | -21,05% |
| | AMD50 | 10,66% | -15,00% | -12,00% | -12,00% | -5,70% | -52,63% |
| | AMD80 | 17,00% | -21,00% | -17,00% | -13,00% | -8,00% | -84,21% |
| | AMD100 | 21,21% | -27,00% | -22,00% | -16,00% | -10,00% | -100,00% |

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se nas Tabelas 7, 8 e 9 um aumento no custo de operação da transportadora. Com o intuito de analisar qual o impacto desse aumento na margem de lucro da empresa, conforme Figuras 12,13,14 e 15.

Os valores de frete foram calculados levando-se em consideração os dados apresentados pela transportadora conforme Tabela 12, onde se verifica um faturamento mensal médio que corresponde à média de faturamento por tipo de veículo, os valores de frete máximo e mínimo correspondem aos valores máximos e mínimos atingidos pela empresa no período, o frete médio é a média de todos os fretes apresentados no período. Pode-se perceber que o valor de frete médio encontra-se mais próximo do valor de frete mínimo. Isto ocorre em virtude das rotas de entrega realizadas pela transportadora serem pagas por valor fixo por rota, e não por quilômetros rodados.

Os valores de frete máximo e mínimo são atingidos quando a transportadora efetua fretes cujos valores são mais altos ou mais baixos no período, pois como informado anteriormente, na operação as cargas são distribuídas aleatoriamente, não sendo possível a transportadora escolher qual rota irá realizar, se aquela com valor mais alto ou mais baixo.

Os fretes são pagos segundo uma tabela do cliente, que é calculada por grupos de lojas. Assim, todas as lojas pertencentes a um mesmo grupo tem um valor de frete igual e como a distancia das lojas do mesmo grupo são sempre diferentes, existem algumas distorções de valor em R\$/km entre as lojas, em algumas rotas o frete tende a ser maior ou menor que outras.

Os valores de frete expressos nos gráficos encontram-se detalhados no Anexo 4, calculados em R\$/km, levando-se em consideração os valores de fretes faturados no mês divididos pela quilometragem rodada no período.

Tabela 12: Valores médios de faturamento.

| Veículo | Mínimo | Máximo | Médio ¹ | Km/Mês |
|---------|---------------|---------------|--------------------|--------|
| Leve | R\$ 8.500,00 | R\$ 9.500,00 | R\$ 8.659,00 | 3200 |
| Médio | R\$ 13.000,00 | R\$ 14.500,00 | R\$ 13.417,00 | 4100 |
| Pesado | R\$ 13.000,00 | R\$ 15.000,00 | R\$ 13.209,50 | 3200 |

¹ Média obtida a partir do faturamento dos últimos 12 meses da empresa.

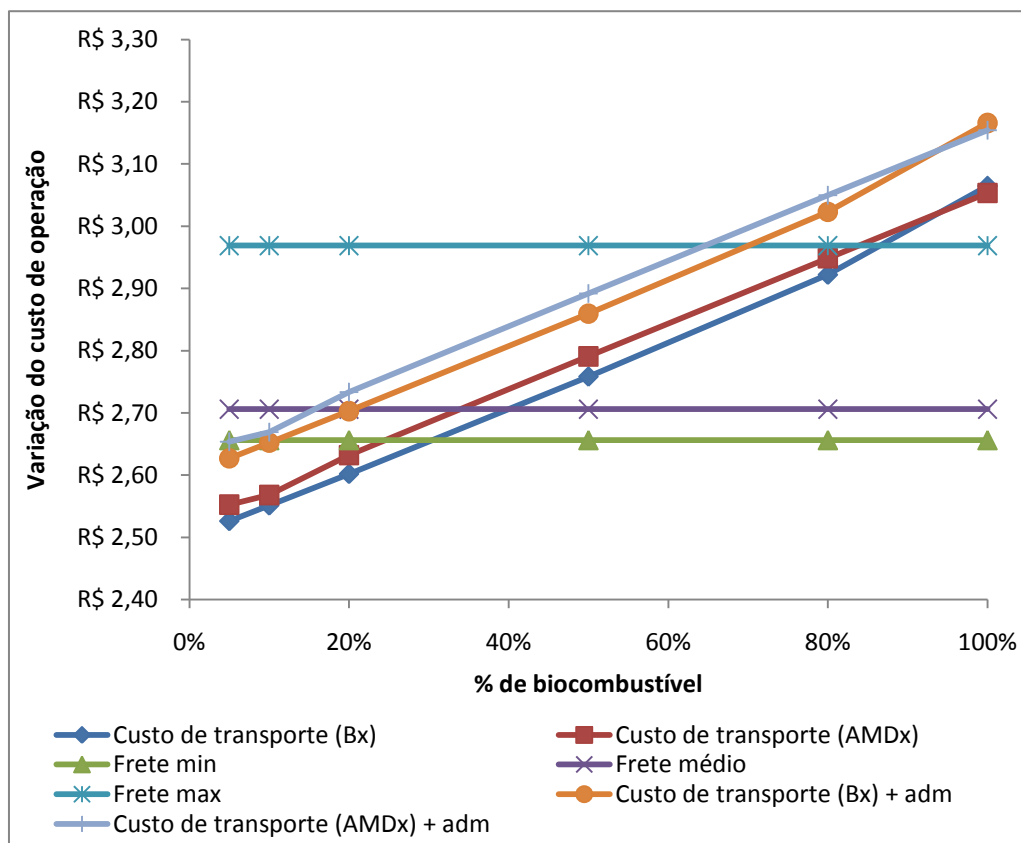
Fonte: Elaboração própria.

Os custos de transporte referentes aos combustíveis Bx e AMDx encontram-se detalhados na Tabela 10. Para melhor visualização da margem de lucro obtida foram calculados também os custos administrativos, que segundo Novaes (2004) representam cerca de 4% dos custos de transporte (custo de transporte (Bx/AMDx) mais custos administrativos). Como valor de faturamento por quilômetro considerou-se o faturamento mensal dividido pela quilometragem percorrida no mês, com base nos dados da Tabela 12.

Para o veículo leve (Figura 12), pode-se notar que mesmo para mistura de 5% de diesel de cana (AMD5) o custo R\$ 2,65 praticamente coincide com o frete mínimo R\$ 2,66, já apresentando aumento de custo em relação ao diesel em uso, porém ainda abaixo do frete médio R\$ 2,71.

No caso de misturas a 20%, verifica-se que os custos se aproximam do frete médio. Os custos para utilização dessa mistura apresentam um comprometimento na margem do transportador, enquanto a margem para uso do combustível convencional é em torno de 3%, em misturas a 20% essa margem é comprometida, implicando que tal mistura poderia ser utilizada sem impacto na margem, caso o frete seja reajustado em na mesma proporção, ou seja, 3%.

Para as misturas B50 e AMD50, verifica-se grande comprometimento da margem, com custos entre R\$ 2,86 B50 e R\$ 2,89 AMD50, isso dificultaria a aceitação por parte dos transportadores e o reajuste de frete para manter a mesma margem deveria ser em torno de 9%. Misturas acima deste percentual apresentam grandes dificuldades, o custo de frete iria se elevar mais e outros aspectos como a capacidade de produção desses combustíveis deveriam ser analisadas.



Fonte: Elaboração própria.

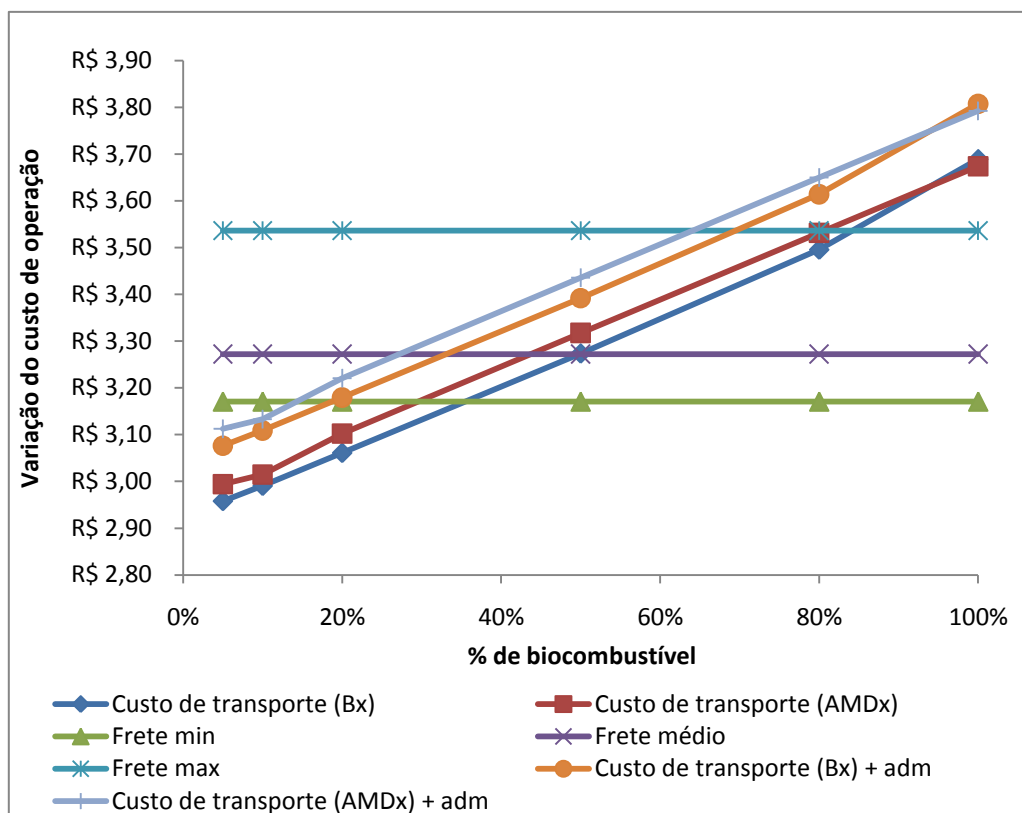
Figura 12: Avaliação do impacto do uso de biocombustível na margem de contribuição operacional do veículo leve da RTL.

Para o caso do veículo médio, pode-se notar que para mistura de 5% de diesel de cana (AMD5) os custos estão abaixo do frete mínimo com pouca contribuição da margem de lucro da empresa.

Para o caso dos combustíveis B20 ou AMD20, verifica-se que estes se encontram abaixo do frete médio, porém acima do frete mínimo e que o comprometimento da margem é acentuado. É difícil supor quanto a empresa aceitaria reduzir sua margem de lucro em prol de ganhos ambientais, provavelmente haveria grande relutância em aceitar essa diminuição na margem, mas pode ser possível encontrar uma solução intermediária que atenda aos interesses de todos com um esforço relativamente pequeno.

Para misturas acima de 20% verifica-se margens negativas, tornando impraticável para o transportador. Nesses casos haveria a necessidade de negociações mais elaboradas, o custo na cadeia logística é sempre foco de reduções, aumento de custos é sempre encarado como entrave muito grande pelos operadores, talvez

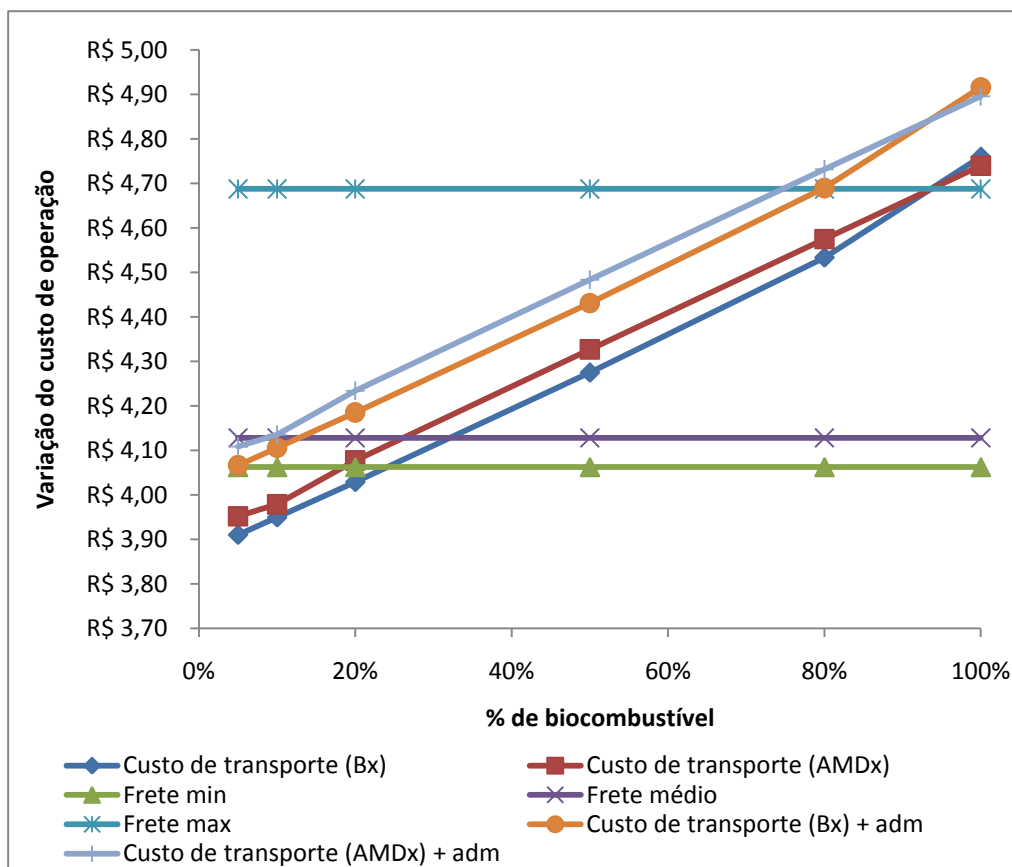
negociações envolvendo o poder público e seus órgãos competentes possam ajudar para a obtenção de diluição igualitária desses custos por toda a cadeia, facilitando assim o uso dessas misturas.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 13: Avaliação do impacto do uso de biocombustível na margem de lucro operacional do veículo médio da RTL.

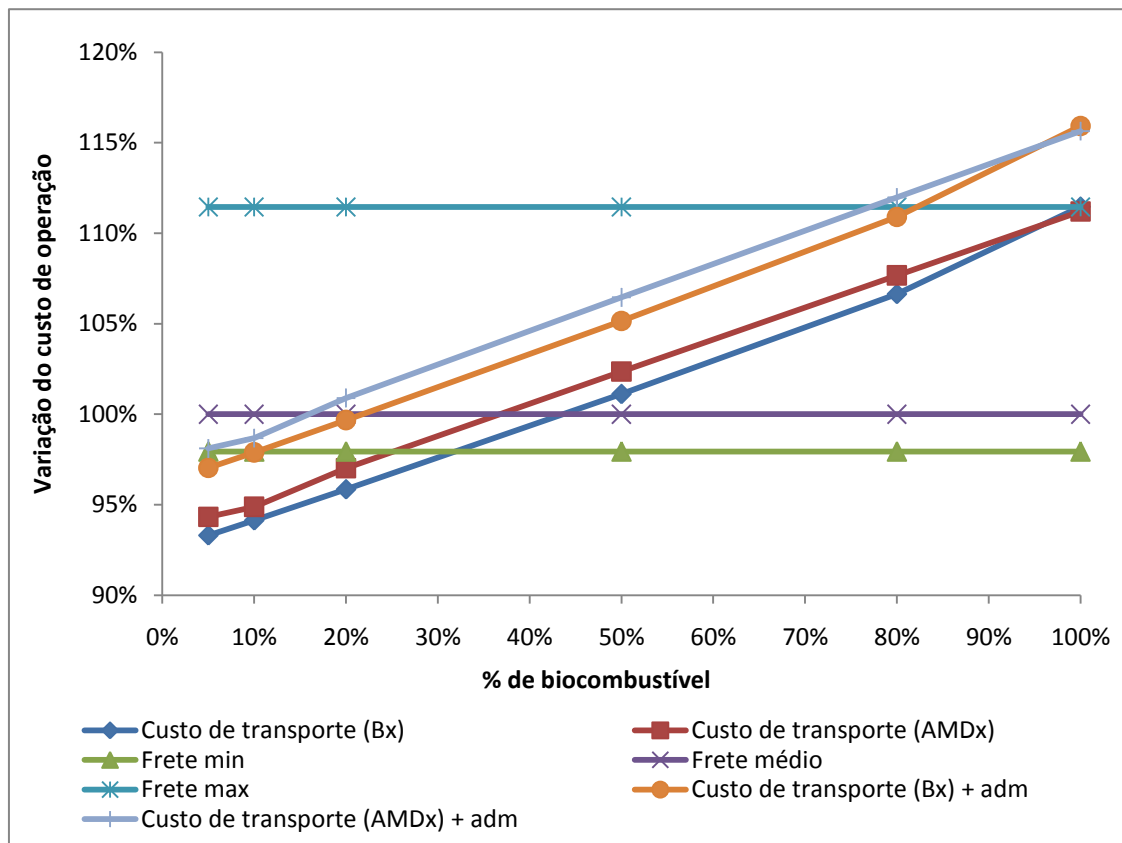
O veículo pesado apresenta dificuldades de introdução de biocombustíveis já com 5%, quando analisado em função dos fretes mínimo R\$ 4,06 e médio R\$ 4,13. No entanto se comparado ao frete máximo R\$ 4,69, seria possível utilizar misturas a 50% , sem esforços aparentes. A questão é que o frete máximo não corresponde a realidade o caso estudado ele está 13,5% acima do frete médio que é o que a empresa realmente recebe.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 14: Avaliação do impacto do uso de biocombustível na margem de contribuição operacional do veículo pesado da RTL.

Os veículos leve, médio e pesado foram analisados conjuntamente, tendo como base o frete médio, de modo que se verifica tendência similar ao apresentado pelos veículos pesados pois esses possuem parcela maior no total da frota e representam também uma participação no faturamento da empresa. Para o resultado da empresa com a frota toda como mostrado na figura 14, um reajuste no frete em torno de 9%, elevaria o frete médio a 109%, abaixo do frete máximo e com margem suficiente para uso de misturas a 50%.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 15: Avaliação do impacto do uso de biocombustível na margem de contribuição operacional considerando a média dos veículos leve, médio e pesado da RTL.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir do levantamento bibliográfico realizado no Capítulo 2 desta dissertação, foi possível compreender melhor a operação de Transporte Urbano de Cargas (TUC), suas características, os potenciais impactos que este pode causar ao meio ambiente e possíveis alternativas para minimizar tais impactos.

No Capítulo 3, apresentou-se uma estrutura de custos, os modelos de gestão e as fórmulas para cálculo dos custos da RTL. Esta estrutura de custo foi utilizada para análise dos custos operacionais na aplicação realizada no Capítulo 5.

Complementando a base teórica desta dissertação, no Capítulo 4 buscou-se verificar as diferentes alternativas de combustíveis que poderiam ser utilizados em substituição total ou parcial ao diesel de petróleo na operação de TUC, verificando-se que, em virtude da menor necessidade de adaptações e de menores variações no custo

operacional do veículo, o biodiesel e o diesel de cana seriam as alternativas mais adequadas para serem analisadas neste estudo.

Sendo assim, com o intuito de verificar como a margem de lucro seria impactada por variações do custo operacional do TUC (Transporte Urbano de Cargas) pelo uso de biodiesel e diesel de cana em diferentes misturas com o óleo diesel de petróleo, foi realizada uma aplicação em uma empresa de transporte de cargas especializada em distribuição urbana na cidade do Rio de Janeiro.

Por meio desta aplicação foi possível visualizar a variação no custo operacional, seu impacto na margem de lucro e as respectivas reduções em emissão de poluentes atmosféricos locais (CO, NO_x, HC e MP) e globais (CO₂) a medida que diferentes proporções de biodiesel e diesel de cana foram acrescentadas ao óleo diesel de petróleo.

Foi possível verificar ainda, a variação no consumo de energia e no consumo de energia renovável conforme incremento dos biocombustíveis.

Conforme apresentado o estudo mostra que adições de combustíveis renováveis à misturas com diesel de petróleo ocasionam reduções em emissões de poluentes, porém existe uma contrapartida que é o aumento do custo de transporte, esse custo adicional pode então ser identificado de modo preciso para cada mistura utilizada.

O uso do B20, apresenta-se mais próximo de um uso comercial, comprometendo pouco (cerca de 3%) a margem de lucro observada e podendo chegar a valores de fretes e repasses de custos sem que os envolvidos sejam muito penalizados, porém essas misturas são modestas em face às oportunidades apresentadas.

Misturas a partir de 50% aumentariam os custos em cerca de 10%, porém reduções significativas de emissões poderiam ser obtidas. Ao considerar que esses custos estão impactando diretamente o transporte, pode se acreditar que ao analisar a cadeia logística completa, esse valor tende a diminuir, podendo chegar a valores menores e aceitáveis.

Para a frota analisada apenas em emissões de CO₂ haveria reduções de 400.000 kg/ano para misturas a 50%, valor considerável analisando que a RTL corresponde a 28% da frota da rede a qual presta serviço de transporte, aplicando à toda rede de supermercados, somente a frota dessa rede pode proporcionar uma redução de aproximadamente 1,5 milhão de kg/ano de CO₂, são valores ainda modestos se estendermos a aplicação à toda frota urbana que atende às principais cidades brasileiras.

Oportunidades de aplicação de misturas acima AMD20 e B20, ainda parecem demandar um esforço, pois encontraria problemas na capacidade de produção. Por ser

em maior parte de origem vegetal a produção desses combustíveis poderia vir a concorrer com a produção de alimentos e no caso do AMDx com o etanol e açúcar.

O custo do combustível hoje é um grande entrave, pois se verificou que o biodiesel possui preço cerca de 50% maior do que o preço do diesel de petróleo e o diesel de cana cerca de 70% maior, tornando-se necessário ajustes que possibilitem alcançar preços que diminuam o impacto financeiro da utilização. Essa diferença de custo pode diminuir com o aumento da escala produtiva, incentivos governamentais ou novas tecnologias, atingindo assim valores mais próximos do preço do diesel de petróleo praticado nos postos.

As várias combinações possíveis para que essa necessidade por uso de combustíveis renováveis e de menor impacto ambiental seja satisfeita, pode ser alvo de grandes discussões e o envolvimento de todos é crucial para a obtenção do bem comum.

Os impactos ambientais da cadeia produtiva dos combustíveis Bx e AMDx não foram alvos desse estudo, assim como a capacidade de produção e abastecimento dos mesmos e também os impactos nos custos das misturas considerando não só o transporte, mas toda a cadeia logística, ficando como sugestão para trabalhos futuros.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Nacional de Transportes Terrestres – (Abril 2012). RNTRC em números – ANTT www.antt.gov.br
- AMYRIS (2008) Informações sobre redução de emissões utilizando diesel de cana. Apresentação FullBright Course-USP AMYRIS Technologies.
- AMYRIS (2011) Informações sobre o combustível diesel de cana. Comunicação pessoal. Jul/2011.
- ANP (2009) Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – 2008, Agência Nacional de Petróleo, RJ, Brasil;
- Associação Nacional do Transporte de Carga & Logística - Anuário 2009 – NTC www.ntc.org.br
- Ballou, Ronald H., (2001). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Porto Alegre: Bookman.
- Cheng, J.J and Timilsina, G. R (2011) Status and Barriers of Advanced Biofuels Technologies: A Review. *Renewable Energy*. n. 36 p. 3541-3549.
- Crainic, Teodor Gabriel; Ricciardi, Nicoletta; Storchi, Giovani,(2004) Advanced freight transportation systems for congested urban areas: *Transportation Research*. Part C 12 p.119-137
- Dezi, Giampaolo; Dondi, Giulio; Sangiorgi, Cesare. (2010). Urban freight transport in Bologna: Planning commercial vehicle loading/unloading zones: *Procedia Social and Behavioral Sciences*. n.2 p.5990-6001
- Dwivedi, Gaurav; Jain, Siddharth; Sharma, M P. (2011) Impact analysis of biodiesel on engine performance: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011) p. 4633– 4641
- EPE, (2010), Balanço Energético Nacional - 2010, Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia, DF, Brasil;
- Faria, Ana C; Costa, Maria F. Gameiro, 2010. *Gestão de Custos Logísticos*, São Paulo: Atlas
- FETRANSPOR (2011) Biodiesel B20 – O Rio de Janeiro anda na frente. RJ.
- IEA (2002) *Bus System for the Future: Achieving Sustainable Transport Worldwide*. International Energy Agency. Paris, França.
- Janssen, R, Rutz, D., Hofer, A. Moreira, J, Santos, J., Coelho, S. Velazquez, S., Capaccioli, S., Landahl, G. e Ericson, J. (2010) *Bioethanol as Sustainable Bus Transport Fuel in Brazil and Europe*. 18th European Biomass Conference and Exhibition, 3-7 May, 2010, Lyon, France.
- Lapuerta, N Magos; Armas, Otavio; Fernandes, José Rodrigues (2007) Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions. *Progress in Energy and Combustion Science* 34 p. 198–223
- Macor, A; Avella, F; Faedo, D. (2011) Effects of 30% v/v biodiesel/diesel fuel blend on regulated and unregulated pollutant emissions from diesel engines. *Applied Energy* 88 p. 4989–5001
- Marques, G. G. (2012). Especificação do caminhão diesel-hidráulico para coleta de lixo

- e informação sobre preço do biodiesel. Comunicação pessoal, Resende, RJ.
- MMA (2011). 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Relatório Final. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, Departamento de Mudanças Climáticas, Gerência de Qualidade do Ar, Brasília, BF.
- Morales, Paulo Roberto Dias. (2007). Planejamento Urbano Enfoque Operacional. Fundação Ricardo Franco, Rio de Janeiro, RJ.
- Nigam, P. S., Singh, A. (2011) Production of Liquid Biofuels from Renewable Resources. Progress in Energy and Combustion Science. n. 37 p. 52-68.
- Novaes, A. G. (2004), Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. Editora Campus, Rio de Janeiro, RJ.
- OECD/IEA (2008) From 1st to 2nd Generation Biofuels Technologies. An Overview of Current Industry and RD&D Activities. International Energy Agency.
- OECD/IEA (2010) Key Worlds Energy Statistics. International Energy Agency (IEA).
- OECD/IEA (2011) Technology Roadmap. Biofuels for transport. International Energy Agency.
- Pereira, Gunnar Raupert. Aplicação da Gestão Baseada em Atividades à Distribuição Urbana de Bebidas, 2008. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes, Rio de Janeiro.
- Valente, Amir Mattar; Novaes, Antonio Galvão; Passaglia, Eunice; Vieira, Heitor, 2008. Gerenciamento de Transportes e Frotas. São Paulo: Cengage Learnig.
- Vergara, Sylvia Constant.(2006). Projetos e Relatórios de Pesquisas em Administração. Atlas, São Paulo-SP.
- Wernke, Rodney, (2004). Gestão de Custos: Uma Abordagem Prática. São Paulo: Atlas.

Anexo 1: Comparação dos itens de custo com os custos totais.

| Comparação dos itens de custos com o custo total | | | | | | | |
|--|--------|------|--------|------|--------|------|-------|
| Itens de análise | Leve | | Médio | | Pesado | | Media |
| | R\$/km | % CT | R\$/km | % CT | R\$/km | % CT | |
| A - Custos Fixos Mensais : (a+b+c+d+e) | 1,69 | 67% | 1,80 | 61% | 2,50 | 64% | 64% |
| a - Remuneração de capital | 0,34 | 13% | 0,49 | 17% | 0,48 | 12% | 14% |
| b - Salário do motorista | 0,91 | 36% | 0,71 | 24% | 1,34 | 34% | 31% |
| c - Reposição do veículo | 0,31 | 12% | 0,47 | 16% | 0,30 | 8% | 12% |
| d - Reposição da carroceria | 0,10 | 4% | 0,10 | 3% | 0,33 | 8% | 5% |
| e - Licenciamento | 0,03 | 1% | 0,03 | 1% | 0,05 | 1% | 1% |
| B - Custos Variáveis: (a+b+c+d+e) | 0,84 | 33% | 1,16 | 39% | 1,41 | 36% | 36% |
| a - Peças, acessórios, materiais de manutenção e Mão de obra | 0,32 | 13% | 0,44 | 15% | 0,43 | 11% | 13% |
| b - Combustíveis | 0,44 | 17% | 0,59 | 20% | 0,76 | 19% | 19% |
| c - Lubrificantes | 0,01 | 0% | 0,01 | 0% | 0,01 | 0% | 0% |
| d - Lavagem e lubrificação | 0,02 | 1% | 0,03 | 1% | 0,04 | 1% | 1% |
| e - Pneus | 0,05 | 2% | 0,09 | 3% | 0,17 | 4% | 3% |
| C - Custo total : (A+B) | 2,53 | - | 2,96 | - | 3,91 | - | |

| Comparação dos itens de custo com os custos fixo e variável | | | | | | | |
|--|--------|------|--------|------|--------|------|-------|
| Itens de análise | Leve | | Médio | | Pesado | | Média |
| | R\$/km | % CF | R\$/km | % | R\$/km | % | |
| A - Custos Fixos Mensais : (a+b+c+d+e) | 1,69 | - | 1,80 | - | 2,50 | - | - |
| a - Remuneração de capital | 0,34 | 20% | 0,49 | 27% | 0,48 | 19% | 22% |
| b - Salário do motorista | 0,91 | 54% | 0,71 | 39% | 1,34 | 54% | 49% |
| c - Reposição do veículo | 0,31 | 18% | 0,47 | 26% | 0,30 | 12% | 19% |
| d - Reposição da carroceria | 0,10 | 6% | 0,10 | 6% | 0,33 | 13% | 8% |
| e - Licenciamento | 0,03 | 2% | 0,03 | 2% | 0,05 | 2% | 2% |
| | | % CV | | % CV | | % CV | |
| B - Custos Variáveis: (a+b+c+d+e) | 0,84 | - | 1,16 | - | 1,41 | - | - |
| a - Peças, acessórios, materiais de manutenção e Mão de obra | 0,32 | 38% | 0,44 | 38% | 0,43 | 30% | 36% |
| b - Combustíveis | 0,44 | 52% | 0,59 | 51% | 0,76 | 54% | 52% |
| c - Lubrificantes | 0,01 | 1% | 0,01 | 1% | 0,01 | 1% | 1% |
| d - Lavagem e lubrificação | 0,02 | 2% | 0,03 | 3% | 0,04 | 3% | 3% |
| e - Pneus | 0,05 | 6% | 0,09 | 8% | 0,17 | 12% | 9% |
| C - Custo total : (A+B) | 2,53 | - | 2,96 | - | 3,91 | - | - |

Fonte: Elaboração própria.

Anexo 2: Planilha para base de cálculos dos custos.

| | Tipo de veículo | Marca | Volkswagem | Ford | Volkswagem |
|-------------------------|--|--|--------------|--------------|----------------|
| | | Modelo | 24-250 | Cargo 1417 | Titan 18310 |
| | | Ano | 2009 | 2005 | 2003 |
| Dados de entrada | | Unidade | Valor | Valor | Valor |
| 01 | - Valor do Veículo | R\$ | 172.000,00 | 90.000,00 | 87.000,00 |
| 02 | - Valor da Carroceria | R\$ | 23.450,00 | 18.500,00 | 60.000,00 |
| 03 | - I.P.V.A | R\$ | 1.285,18 | 899,18 | 1.739,00 |
| 04 | - Taxa para Licenciamento | R\$ | 96,22 | 96,22 | 134,71 |
| 05 | - DEPVAT | R\$ | 105,68 | 105,68 | 105,68 |
| 06 | - Valor do pneu 900x20 | R\$ | Não usa | 852,00 | Não usa |
| 07 | - Valor do pneu 275/R22,5 R - veículo | R\$ | 1.178,00 | Não usa | 1.178,00 |
| 08 | - Valor da câmara - veículo | R\$ | Não usa | 75,00 | Não usa |
| 09 | - Valor do protetor - veículo | R\$ | Não usa | 39,00 | Não usa |
| 10 | - Valor da recapagem a frio - veículo | R\$ | 450,00 | 360,00 | 450,00 |
| 11 | - Quantidade de pneus - veículo | Unidade | 10,00 | 6,00 | 18,00 |
| 12 | - Salário do motorista | R\$ | 1.480,00 | 1.480,00 | 2.180,00 |
| 13 | - Salário do mecânico | Terceirizado valor incluso taxa manutenção | | | |
| 14 | - Preço combustível p/litro - diesel | R\$ | 1,99 | 1,99 | 1,99 |
| 15 | - Preço óleo do cárter p/litro | R\$ | 10,20 | 10,20 | 10,20 |
| 16 | - Preço óleo câmbio/diferencial p/litro | R\$ | 11,30 | 11,30 | 11,30 |
| 17 | - Preço lavagem do veículo | R\$ | 120,00 | 100,00 | 180,00 |
| 18 | - Taxa de remuneração do capital (a.a) | % | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 19 | - Taxas s/peças, aces., mat. de manutenção e mão de obra | % | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | - Encargos Sociais | % | 1,96 | 1,96 | 1,96 |
| 21 | - Taxa reposição do veículo | % | 0,80 | 0,80 | 0,80 |

| | | | | | | |
|----|---|---------------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|
| 22 | - | Vida útil do veículo | Meses | 72,00 | 72,00 | 72,00 |
| 23 | - | Vida útil da carroceria | meses | 54,00 | 54,00 | 54,00 |
| 24 | - | Taxa de reposição carroceria | % | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| 25 | - | Quilometragem percorrida mensalmente | km | 4.100,00 | 3.200,00 | 3.200,00 |
| 26 | - | Rendimento do combustível | km | 3,40 | 4,50 | 2,60 |
| 27 | - | Capacidade de óleo do cárter | litros | 24,00 | 17,00 | 22 |
| 28 | - | Reposição até a próxima troca | litros | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| 29 | - | Troca de óleo do cárter | km | 30.000,00 | 30.000,00 | 30.000,00 |
| 30 | - | Capacidade de óleo caixa diferencial | litros | 18,00 | 14,00 | 18 |
| 31 | - | Troca de óleo diferencial | km | 120.000,00 | 120.000,00 | 120.000,00 |
| 32 | - | Periodicidade lavagem do veículo | km | 4.000,00 | 4.000,00 | 4.000,00 |
| 33 | - | Perda do pneu novo | Incluído na vida útil | | | |
| 34 | - | Vida útil do pneu com duas recapagens | km | 225.000,00 | 190.000,00 | 225.000,00 |

Fonte: Elaboração própria.

Anexo 3: Planilha de custo e emissões, estimando quilometragem rodada igual para todos os tipos de veículos.

| Tipo | Mistura | Custo Fixo | Custo Variável | Custo Total | Emissões em kg/mês | | | | |
|--------|---------|------------|----------------|-------------|--------------------|--------|-------|-------|----------|
| | | | | | CO | Nox | HC | MP | CO2 |
| médio | B5 | R\$ 2,30 | R\$ 1,29 | R\$ 3,59 | 3,392 | 19,040 | 0,640 | 0,320 | 2.388,19 |
| | B10 | R\$ 2,30 | R\$ 1,32 | R\$ 3,62 | 3,087 | 19,421 | 0,570 | 0,298 | 2.262,49 |
| | B20 | R\$ 2,30 | R\$ 1,40 | R\$ 3,70 | 3,155 | 19,802 | 0,512 | 0,272 | 2.011,11 |
| | B50 | R\$ 2,30 | R\$ 1,64 | R\$ 3,94 | 2,374 | 20,182 | 0,371 | 0,224 | 1.256,94 |
| | B80 | R\$ 2,30 | R\$ 1,89 | R\$ 4,19 | 2,001 | 20,754 | 0,275 | 0,131 | 502,78 |
| | B100 | R\$ 2,30 | R\$ 2,11 | R\$ 4,41 | 1,764 | 20,944 | 0,211 | 0,099 | - |
| | AMD5 | R\$ 2,30 | R\$ 1,33 | R\$ 3,63 | 3,321 | 18,678 | 0,598 | 0,318 | 2.388,19 |
| | AMD10 | R\$ 2,30 | R\$ 1,35 | R\$ 3,65 | 3,290 | 18,469 | 0,602 | 0,317 | 2.262,49 |
| | AMD20 | R\$ 2,30 | R\$ 1,45 | R\$ 3,75 | 3,151 | 18,145 | 0,617 | 0,315 | 2.011,11 |
| | AMD50 | R\$ 2,30 | R\$ 1,69 | R\$ 3,99 | 2,883 | 16,755 | 0,563 | 0,302 | 1.256,94 |
| | AMD80 | R\$ 2,30 | R\$ 1,93 | R\$ 4,23 | 2,680 | 15,803 | 0,557 | 0,294 | 502,78 |
| | AMD100 | R\$ 2,30 | R\$ 2,09 | R\$ 4,39 | 2,476 | 14,851 | 0,538 | 0,288 | - |
| Leve | B5 | R\$ 1,69 | R\$ 0,84 | R\$ 2,53 | 2,624 | 14,848 | 0,512 | 0,256 | 1.804,41 |
| | B10 | R\$ 1,69 | R\$ 0,86 | R\$ 2,55 | 2,388 | 15,145 | 0,456 | 0,238 | 1.709,44 |
| | B20 | R\$ 1,69 | R\$ 0,91 | R\$ 2,60 | 2,440 | 15,442 | 0,410 | 0,218 | 1.519,50 |
| | B50 | R\$ 1,69 | R\$ 1,07 | R\$ 2,76 | 1,837 | 15,739 | 0,297 | 0,179 | 949,69 |
| | B80 | R\$ 1,69 | R\$ 1,23 | R\$ 2,92 | 1,548 | 16,184 | 0,220 | 0,105 | 379,88 |
| | B100 | R\$ 1,69 | R\$ 1,37 | R\$ 3,06 | 1,364 | 16,333 | 0,169 | 0,079 | - |
| | AMD5 | R\$ 1,69 | R\$ 0,86 | R\$ 2,55 | 2,574 | 14,566 | 0,478 | 0,254 | 1.804,41 |
| | AMD10 | R\$ 1,69 | R\$ 0,88 | R\$ 2,57 | 2,545 | 14,403 | 0,481 | 0,253 | 1.709,44 |
| | AMD20 | R\$ 1,69 | R\$ 0,94 | R\$ 2,63 | 2,438 | 14,150 | 0,494 | 0,252 | 1.519,50 |
| | AMD50 | R\$ 1,69 | R\$ 1,10 | R\$ 2,79 | 2,230 | 13,066 | 0,451 | 0,241 | 949,69 |
| | AMD80 | R\$ 1,69 | R\$ 1,26 | R\$ 2,95 | 2,073 | 12,324 | 0,445 | 0,236 | 379,88 |
| | AMD100 | R\$ 1,69 | R\$ 1,36 | R\$ 3,05 | 1,916 | 11,581 | 0,430 | 0,230 | - |
| Pesado | B5 | R\$ 2,50 | R\$ 1,41 | R\$ 3,91 | 3,936 | 22,176 | 0,768 | 0,384 | 3.123,02 |
| | B10 | R\$ 2,50 | R\$ 1,45 | R\$ 3,95 | 3,582 | 22,620 | 0,684 | 0,357 | 2.958,65 |
| | B20 | R\$ 2,50 | R\$ 1,53 | R\$ 4,03 | 3,660 | 23,063 | 0,614 | 0,326 | 2.629,91 |
| | B50 | R\$ 2,50 | R\$ 1,78 | R\$ 4,27 | 2,755 | 23,507 | 0,445 | 0,269 | 1.643,69 |
| | B80 | R\$ 2,50 | R\$ 2,04 | R\$ 4,53 | 2,322 | 24,172 | 0,330 | 0,157 | 657,48 |
| | B100 | R\$ 2,50 | R\$ 2,26 | R\$ 4,76 | 2,047 | 24,394 | 0,253 | 0,119 | - |
| | AMD5 | R\$ 2,50 | R\$ 1,46 | R\$ 3,95 | 3,861 | 21,755 | 0,717 | 0,382 | 3.123,02 |
| | AMD10 | R\$ 2,50 | R\$ 1,48 | R\$ 3,98 | 3,818 | 21,511 | 0,722 | 0,380 | 2.958,65 |
| | AMD20 | R\$ 2,50 | R\$ 1,58 | R\$ 4,08 | 3,657 | 21,134 | 0,740 | 0,378 | 2.629,91 |
| | AMD50 | R\$ 2,50 | R\$ 1,83 | R\$ 4,33 | 3,346 | 19,515 | 0,676 | 0,362 | 1.643,69 |
| | AMD80 | R\$ 2,50 | R\$ 2,08 | R\$ 4,57 | 3,109 | 18,406 | 0,668 | 0,353 | 657,48 |
| | AMD100 | R\$ 2,50 | R\$ 2,24 | R\$ 4,74 | 2,873 | 17,297 | 0,645 | 0,346 | - |

Fonte: Elaboração própria.

Anexo 4: Custos e frete ponderado por quilometro.

| Tipo | Mistura | Custo transp. Para Bx | Custo transp. Para AMDx | Frete min | Frete médio | Frete max | Custo transp. para Bx + Adm | Custo transp. AMDx + Adm |
|--------|---------|--------------------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Leve | 5% | R\$ 2,53 | R\$ 2,55 | R\$ 2,66 | R\$ 2,71 | R\$ 2,97 | R\$ 2,63 | R\$ 2,65 |
| | 10% | R\$ 2,55 | R\$ 2,57 | R\$ 2,66 | R\$ 2,71 | R\$ 2,97 | R\$ 2,65 | R\$ 2,67 |
| | 20% | R\$ 2,60 | R\$ 2,63 | R\$ 2,66 | R\$ 2,71 | R\$ 2,97 | R\$ 2,70 | R\$ 2,73 |
| | 50% | R\$ 2,76 | R\$ 2,79 | R\$ 2,66 | R\$ 2,71 | R\$ 2,97 | R\$ 2,86 | R\$ 2,89 |
| | 80% | R\$ 2,92 | R\$ 2,95 | R\$ 2,66 | R\$ 2,71 | R\$ 2,97 | R\$ 3,02 | R\$ 3,05 |
| | 100% | R\$ 3,06 | R\$ 3,05 | R\$ 2,66 | R\$ 2,71 | R\$ 2,97 | R\$ 3,17 | R\$ 3,15 |
| Médio | 5% | R\$ 2,96 | R\$ 2,99 | R\$ 3,17 | R\$ 3,27 | R\$ 3,54 | R\$ 3,08 | R\$ 3,11 |
| | 10% | R\$ 2,99 | R\$ 3,01 | R\$ 3,17 | R\$ 3,27 | R\$ 3,54 | R\$ 3,11 | R\$ 3,13 |
| | 20% | R\$ 3,06 | R\$ 3,10 | R\$ 3,17 | R\$ 3,27 | R\$ 3,54 | R\$ 3,18 | R\$ 3,22 |
| | 50% | R\$ 3,27 | R\$ 3,32 | R\$ 3,17 | R\$ 3,27 | R\$ 3,54 | R\$ 3,39 | R\$ 3,44 |
| | 80% | R\$ 3,50 | R\$ 3,53 | R\$ 3,17 | R\$ 3,27 | R\$ 3,54 | R\$ 3,61 | R\$ 3,65 |
| | 100% | R\$ 3,69 | R\$ 3,67 | R\$ 3,17 | R\$ 3,27 | R\$ 3,54 | R\$ 3,81 | R\$ 3,79 |
| Pesado | 5% | R\$ 3,91 | R\$ 3,95 | R\$ 4,06 | R\$ 4,13 | R\$ 4,69 | R\$ 4,07 | R\$ 4,11 |
| | 10% | R\$ 3,95 | R\$ 3,98 | R\$ 4,06 | R\$ 4,13 | R\$ 4,69 | R\$ 4,11 | R\$ 4,14 |
| | 20% | R\$ 4,03 | R\$ 4,08 | R\$ 4,06 | R\$ 4,13 | R\$ 4,69 | R\$ 4,19 | R\$ 4,23 |
| | 50% | R\$ 4,27 | R\$ 4,33 | R\$ 4,06 | R\$ 4,13 | R\$ 4,69 | R\$ 4,43 | R\$ 4,48 |
| | 80% | R\$ 4,53 | R\$ 4,57 | R\$ 4,06 | R\$ 4,13 | R\$ 4,69 | R\$ 4,69 | R\$ 4,73 |
| | 100% | R\$ 4,76 | R\$ 4,74 | R\$ 4,06 | R\$ 4,13 | R\$ 4,69 | R\$ 4,92 | R\$ 4,90 |

Fonte: Elaboração própria.