

Impacto da Utilização do Biodiesel no Transporte Coletivo de Joinville - SC

Impact of The Use of The Biodiesel In Public Transportation in Joinville - SC

William Machado Emiliano¹, Tiago Severo Estrazulas², Thiago Pinto Gonçalves³, Antonio José dos Santos⁴, Antônio Vitor Machado⁵

Resumo – Na atualidade existe uma grande preocupação com a busca pelo desenvolvimento de combustíveis alternativos para os motores de ciclo a diesel, a fim de reduzir os impactos causados por este combustível ao meio ambiente, principalmente quanto a emissões de poluentes e dependência de combustíveis derivados do petróleo; estes são fatores que contribuem e intensificam os estudos para novas pesquisas tendo como rotas de produção a busca por fontes de energias renováveis. Por conseguinte o biodiesel entra como forma de diminuir esse impacto ambiental em virtude de ser uma fonte de energia renovável, ecológica, não tóxico e de baixo risco de explosão. A preocupação quanto à questão de obtenção de energia sem ser prejudicial ao meio ambiente, tornou o assunto sobre o biodiesel cada vez mais difundido e discutido quanto a sua produção e utilização no setor de transporte. Este estudo tem como objetivo a análise dos aspectos sobre a utilização do biodiesel em empresas de transporte coletivo, situadas na região de Joinville - SC. O trabalho foi realizado utilizando dados reais coletados nas próprias empresas objetivando a quantificação financeira da substituição do diesel pelo combustível alternativo, outro fator analisado foi o incentivo dos órgãos governamentais quanto à utilização desses combustíveis alternativos tomando como base o projeto de lei 310/2009, que prevê algumas desonerações para o uso desses combustíveis. Foi realizada uma abordagem sobre os impactos ambientais, através da análise dos testes de opacidade de ambos os combustíveis. A pesquisa se caracterizou pela análise comparativa do emprego do diesel mineral (100%) e o biodiesel, em diferentes proporções, no sistema de transporte coletivo da cidade.

Palavras-chave: Transporte coletivo urbano, biodiesel, testes de opacidade.

Abstract - The search for alternative development of the diesel cycle engine fuels in order to reduce impacts of this fuel to the environment, as emissions and dependence on petroleum-based fuels are contributing factors and intensify studies for new routes production and the search for renewable energy sources. Therefore biodiesel enters as a way to reduce this environmental impact by virtue of being a renewable, green energy and is non-toxic, low risk of explosion. The concern on the issue of obtaining energy without being harmful to the environment, became the subject of biodiesel increasingly widespread and discussed regarding their production and use in the transport sector. This research is proposed to examine three aspects on the use of biodiesel in collective transport companies located in the region of Joinville. Initially a study with real data collected in the companies aiming at financial quantification of diesel substitution by alternative fuel was performed. Another factor was analyzed as government agencies have been incentivising the use of these, less aggressive alternative fuels for this was done in the basement of Law 310/2009 project, which provides some exemptions for use of these fuels. Finally a discussion of the environmental impacts, by analyzing the opacity of both fuel testing was performed. The research was characterized by comparative analysis of the use of mineral diesel (100%) and biodiesel, in different proportions, the public transportation system of the city.

Keywords: *Collective Urban Transport, biodiesel, opacity tests.*

INTRODUÇÃO

A grande demanda por energia desde a industrialização e a intensa busca para atender ao máximo esta demanda fez com o que o ser humano explorasse

fontes de energia não renovável indiscriminadamente. Devido a grande exploração quanto ao uso dessas fontes energéticas, os primeiros sinais de esgotamento delas foram surgindo (BUENO, 2007). Além do esgotamento das fontes energéticas não renováveis, também existe a preocupação relacionada à emissão de poluentes

*autor para correspondência

Recebido para publicação em; aprovado em

¹Administrador, Mestrando Engenharia de Produção – Centro Universitário Tupy – UNISOCIESC. CEP – 89206-001. Joinville – SC.

E-mail: (williammachado16@gmail.com)

²Eng. Químico, Mestrando Engenharia de Produção – Centro Universitário Tupy – UNISOCIESC. CEP – 89206-001. Joinville – SC.

E-mail: (testrazulas@gmail.com)

³Eng. Produção, Mestrando Engenharia de Produção – Centro Universitário Tupy – UNISOCIESC. CEP – 89206-001. Joinville – SC.

E-mail: (thiagonn@hotmail.com)

⁴Eng. Produção, Prof. Adjunto – Centro Universitário Tupy – UNISOCIESC. CEP – 89206-001. Joinville – SC.

E-mail: (antioniodos.santos@bol.com.br)

⁵Engenheiro Químico UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. CEP – 59780-000. Mossoró – RN.

(machadoav@ufersa.edu.br)*

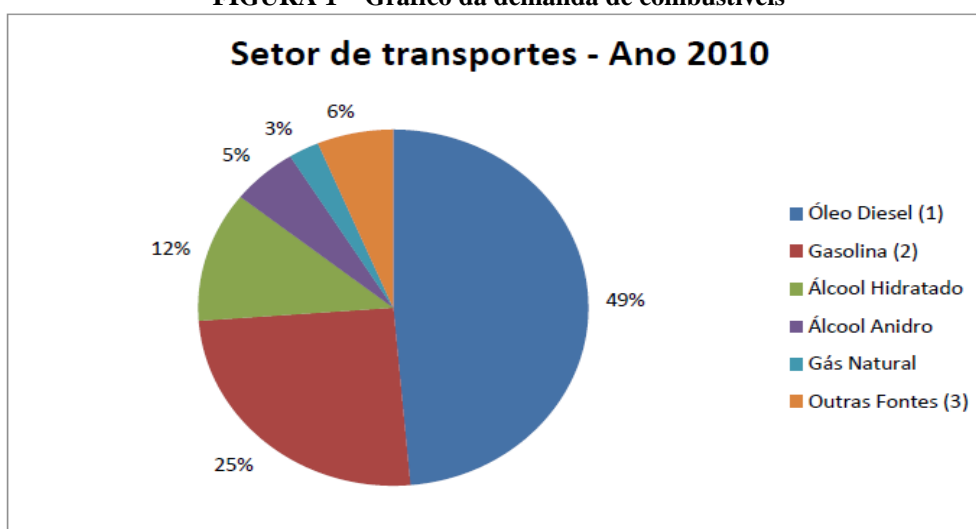
despejadas na atmosfera por parte dos processos industriais e de veículos automotivos e seu impacto no meio ambiente. Caso essa emissão não seja controlada, há o risco de tornar crítica a manutenção do ecossistema (HENRIQUES, 2010).

Muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas para a produção dos biocombustíveis como alternativa para fins energéticos, como o biodiesel. Considera-se, muitas vezes, tratar-se de um combustível renovável, ecológico e que não é tóxico. Todavia, apesar do seu baixo risco de explosão, da diminuição significativa das emissões de dióxido de carbono e do aproveitamento do óleo de fritura como matéria-prima, diminuindo o impacto ambiental causado pelo descarte incorreto deste resíduo na natureza, este novo processo também gera resíduos. Destinam-se às

mais diversas aplicações, desde o setor de energia, setor de transporte e na alta tecnologia relacionada com o setor agroindustrial como fonte de energia renovável (GORREN, 2009).

O setor de transporte apresenta elevada demanda de combustíveis fósseis, entre eles o diesel com grande aplicação no transporte coletivo. No Brasil o óleo diesel é sua principal fonte de energia no transporte de cargas. Dados obtidos a partir do Balanço Energético Nacional de 2011 indicam que a demanda por esse tipo de combustível fóssil, no ano de 2010, foi responsável por, praticamente, a metade do volume de energia consumida por este setor, como pode ser verificado na Figura 1.

FIGURA 1 – Gráfico da demanda de combustíveis



Nota:

(1) Inclui biodiesel

(2) Inclui apenas gasolina A (automotiva)

(3) Inclui gasolina de aviação, querosene de aviação, gás natural, óleo combustível e eletricidade.

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2011.

Apesar de ser, desde 2006, autossuficiente na produção de petróleo e derivados, o Brasil é dependente da importação de Óleo Diesel, pois sua demanda vem sendo maior que a produção. Segundo o Anuário Estatístico da Agência Nacional do Petróleo (ANP), o Óleo Diesel é responsável por 43,5% do montante do dispêndio de importação de derivados do petróleo. Esse montante deverá se manter para os próximos anos, principalmente em função da tendência do crescimento da produção e venda de equipamentos com motores do Ciclo Diesel. O biodiesel exerce um papel importante como fontes de energias alternativas para a substituição deste combustível fóssil em veículos automotivos atendendo a frotas movidas pelo óleo diesel. Dessa forma, pode-se formular a seguinte questão sobre o tema exposto: “Quais seriam os benefícios financeiros, ambientais e sociais da

utilização do biodiesel no transporte coletivo para cidade de Joinville”.

A cidade de Joinville, localizada ao norte do estado de Santa Catarina, possui um sistema integrado de transporte público. O projeto foi realizado em 1991, por consultores provenientes da cidade de Curitiba, a primeira etapa iniciou-se com a construção de três novas estações, sendo a estação Norte, Sul e Tupy, mais a reforma do terminal central. O sistema permaneceu até o ano de 1998 com 65% de sua integração total, até que o então prefeito Luiz Henrique, decidiu continuar com o projeto, o qual consistia na construção das estações Iriirú, Itaum, Guanabara, Vila Nova, Pirabeiraba e Nova Brasília. A integração foi completada apenas no ano de 2007 (VOOS, 2009). A exploração é feita por duas empresas permissionárias, onde a empresa X atua na região norte e a

empresa Y na região sul, divisão a qual foi estabelecida entre ambas no ano de 1971.

O setor é composto por uma frota de 362 veículos, o qual 10% correspondem à frota reserva exigidas em lei. Sendo divididos em cinco tipos:

- Micro ônibus: peso médio de 9 toneladas, motor com 150 cavalos de potência, 9 metros de comprimento e capacidade para 40 passageiros;
- *Midi*: peso médio de 15 toneladas, motor com 190 cavalos de potência, 11 metros de comprimento e capacidade média para 80 passageiros;
- Convencional: peso médio de 17 toneladas, potência de 230 cavalos, 12 a 13 metros de comprimento e capacidade máxima para 95 passageiros;
- *Padron*: peso médio de 17 toneladas, potência de 280 cavalos, 13 metros de comprimento e capacidade máxima para 93 passageiros;
- Articulado: peso médio de 26 toneladas, motor com 340 cavalos de potência, 19 metros de comprimento e capacidade para 145 passageiros.

Conforme o site da empresa Gidion (2013), esses veículos, atende a demanda de todo sistema que é composta por 1.846.182 quilômetros mensais, e o transporte de 3.087.794 passageiros em três tipos de linhas:

- Linhas alimentadoras: essas linhas têm como objetivo transportar os passageiros dos bairros até as estações mais próximas, as linhas que possuem uma grande demanda são operadas por veículos tipo convencionais, já as de baixa demanda são operadas por veículos tipo *midi* e até micros, principalmente nos fins de semana;
- Linhas Troncais: são as linhas que seguem o trajeto das estações de bairro até a estação central, são operadas por veículos do tipo convencional e *padron*, com exceção das linhas troncais provenientes da estação Itaum, que são operados por ônibus tipo articulado, devido a grande quantidade de passageiros;
- Linhas Inter-estações: essas linhas possibilitam o acesso a outras estações, sem a necessidade da passagem do usuário a estação central. Elas são de grande importância, pois grande parte tem trajetos distantes das principais vias, o que possibilita o deslocamento em um menor tempo em relação a uma linha troncal. A sua operação é feita por ônibus tipo *midi*, *micro* e nos horários de pico, são operados por veículos convencionais.

As empresas atualmente para atender toda essa demanda, necessitam de 912 motoristas e tem um consumo mensal de 706.404 litros de diesel. O combustível utilizado é o diesel S10, que conforme a classificação da PETROBRAS possui o teor máximo de enxofre de 10mg/kg (ppm = partes por milhão).

A ANP pela portaria nº 14/ 2012 (ANP, 2012) explica que o biodiesel é definido tecnicamente como um combustível composto de alquilésteres de ácidos

carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir da transesterificação e/ou esterificação de matérias graxas, de gorduras de origem vegetal ou animal. Castro (2009) afirma que, comercialmente, o biodiesel é comumente produzido por meio da transesterificação via catálise básica homogênea, sendo utilizados neste âmbito os catalisadores básicos tais como hidróxido de sódio (NaOH) e hidróxido de potássio (KOH), os quais conferem um bom rendimento em termos de conversão, geralmente superior a 90%, em relação a proporção de óleo utilizado.

Segundo a lei Nº 11.097 (2005), de 13 de setembro de 2005, o biodiesel tem múltiplas funções, tendo como principal a combustão, ao encontrar-se em motores de combustão interna com ignição por compressão, devido a sua octanagem, muito eficiente em motores diesel, sendo considerado como outro tipo de energia que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil (diesel).

Em julho de 2003 a Presidência da República, evidenciou a preocupação quanto à grande quantidade de óleo diesel utilizado no país e criou um grupo de trabalho, responsável por analisar através de estudos a viabilidade da produção de biodiesel como alternativa para fins energéticos em setores como o de transporte. Após as discussões e realização desse estudo, foi instituído em 6 de dezembro de 2004 o PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, que relaciona inúmeras leis, atos normativos e regulamentos, para maximizar ideias inovadoras sobre biodiesel no contexto nacional (UBRABIO, 2009).

Em janeiro de 2005, a lei nº 11.097, estabeleceu a meta de atingir 5% de biodiesel no óleo diesel comercializado nacionalmente até 2010, a fim de estimular o mercado brasileiro na época com enfoque na produção de biodiesel. Através desta publicação a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), passou a fiscalizar atividades diretamente ligadas com a pesquisa e produção nacional de biodiesel.

As refinarias de petróleo misturam biodiesel ao óleo diesel produzido, desde 2005, a partir da criação de leilões de biodiesel promovidos pela ANP, com o objetivo de intensificar o mercado nacional, estimulando a produção de biodiesel e adequação das refinarias a obterem quantidades suficientes de composições de mistura (BX) determinadas por lei. A Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, em junho de 2008, autorizou o aumento de 2% para 3% o percentual obrigatório de biodiesel adicionado ao óleo diesel. A resposta do mercado nacional foi rápida e em julho de 2009 entrou em vigor a adição de 4% de biodiesel (UBRABIO, 2009).

Devido à grande importância do biodiesel no cenário nacional, bem como ao significativo aumento dos investimentos em pesquisas para tornar os processos mais eficientes e ser referência em fontes de energia renováveis, que em 1º de janeiro de 2010, entrou em vigor

a composição de mistura B5, determinada pela Resolução CNPE, nº 6/2009 e publicado em 26 de outubro de 2009, no Diário Oficial da União (DOU), considerando 5% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel (ANP, 2011).

Estudos ambientais e sociais permitem analisar o impacto ambiental gerado pela produção de resíduos pelo homem. Destaca-se o resíduo óleo de fritura, utilizado na cocção de alimentos, que é despejado nos ralos de pias de cozinhas ou em aterros sanitários, pois segundo Bortoluzzi (2011), cada litro de óleo de cozinha é capaz de poluir aproximadamente um milhão de litros de água. Uma forma de evitar que o óleo usado de cozinha agride o meio ambiente é a de aproveitá-lo para produzir biodiesel. Conforme alguns testes realizados, o biodiesel proveniente do óleo de fritura pode reduzir a emissão de gases do efeito estufa em valores próximos a 78% e perto de 100% quando utilizado o metanol e o etanol, respectivamente, no processo de transesterificação (DA SILVA, 2008).

Segundo estudo realizado por Barbosa et al (2008), o desempenho avaliado no motor alimentado com óleo diesel mineral e misturas deste com biodiesel nas proporções equivalentes a B2, B5, B20 e B100, apresentou diminuição em consumo energético a com adição de biodiesel ao diesel, porém sua eficiência térmica aumentou 4% na utilização do B100 ao motor.

Em relação ao estudo de consumo energético por parte da utilização do biodiesel em motores do ciclo diesel, Ferrari et al. (2007), Volpato et al. (2008) afirmam que ao utilizar um gerador de energia elétrica e biodiesel de soja via catálise básica, este apresentou uma diminuição no consumo de combustível em 3,7% para B5, e 1,6% para B20.

Segundo Monteiro Junior (2005) e Aranda (2006) utilizou-se o biodiesel produzido a partir do óleo de soja no transporte coletivo urbano aplicando a mistura B20 (20% de biodiesel adicionado ao diesel), para avaliar termos ambientais quanto a emissões de poluentes, bem como o real potencial de aplicação deste combustível e sua influência no mercado nacional. A aplicação desta mistura demonstrou a redução de até 1,15 milhões de toneladas em emissões de dióxido de carbono.

Karas (2013) realizou um estudo sobre programas de aplicação de combustível alternativo ao óleo diesel utilizado no transporte coletivo urbano de Curitiba pela URBS (Urbanização de Curitiba S.A), criando o projeto linha verde com ônibus preparados de fábrica para operar com 100% de biodiesel das marcas Volvo e Scânia. Nas análises o autor adotou um quadro comparativo sobre a média de consumo de ônibus utilizando veículos B100 e veículos utilizando óleo diesel.

MATERIAL E MÉTODOS

METODOLOGIA

Descrição da pesquisa

Este estudo trata de uma pesquisa descritiva realizada através da coleta de dados ambientais, sociais e econômicos da utilização do biodiesel no transporte coletivo para Região de Joinville - SC. O estudo baseou-se na análise da pesquisa realizada pela URBS (2013) e pela empresa TETRA PARK (2005).

Coleta de dados

A pesquisa foi realizada através da coleta de dados reais do setor, por meio de uma pesquisa com o supervisor operacional da empresa permissionária Y. O qual teve como à coleta de dados referentes à quilometragem mensal, frota operante, a média de Km/Litro de cada veículo e o consumo mensal de todo sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram analisados em três cenários distintos, o primeiro levando em consideração os custos totais para utilização dos três tipos de combustíveis, buscando o mais viável economicamente, o segundo analisando os subsídios governamentais para a utilização do biodiesel e o terceiro os benefícios ambientais na utilização dos combustíveis alternativos.

Cenário Econômico

Como forma de analisar o ganho econômico que o uso do biodiesel pode gerar em uma empresa, considerou-se o sistema de transporte público de passageiros situado na cidade de Joinville, ao norte de Santa Catarina, com 546.981 habitantes (IBGE, 2013). Como dados relevantes das duas empresas o estudo, cita-se que ambas possuem uma frota de 362 ônibus, sendo 326 desses operantes e 36 reservas. A média mensal de quilometragem nos anos de 2012 e 2013 foi de 1.846.182 Km, tendo uma média mensal de viagens no mesmo período de 238.535.

Segundo MICHEL (2005) o Biodiesel pode ser utilizado puro ou misturado com o diesel de petróleo em quaisquer proporções. Em estudo realizado na empresa Tetra Pak Brasil – fabricante de embalagens Longa Vida - analisou-se os impactos do uso do biodiesel em diferentes proporções. Nesse experimento, a empresa utilizou alguns de seus caminhões de transporte de mercadorias e comparou alguns fatores operacionais desses veículos quando abastecidos em diferentes proporções de Diesel e Biodiesel: 50% Biodiesel + 50% Diesel, 100% Biodiesel e 100% Diesel (MICHEL, 2005). Os indicadores mensurados nas 3 proporções de abastecimento anteriores foram torque, potência consumo e RPM médio.

A **Tabela 1** mostra a primeira coleta de dados, o qual se utilizou o percentual de 50% Diesel + 50% Biodiesel.

Na **Tabela 2** é possível verificar os dados da segunda coleta, cujo percentual foi de 100% Biodiesel.

Por último, na terceira coleta de dados, o percentual foi de 100% Diesel, conforme a **Tabela 3**.

Com a análise dos dados, nota-se que as curvas de potência (**Gráfico 1**) e consumo (**Gráfico 2**) nas 3 situações são praticamente semelhantes.

TABELA 1 – Teste 1 (combustível: Misto (50% diesel e 50% biodiesel)).

RPM Nominal	Torque kgf	Potência cv	Tempo Min	Consumo Litros	RPM médio
1400	71	50.1	1	0.2	1400
1800	71	64.4	1	0.3	1815
2200	65	71.7	2	0.9	2208
2600	61	79.5	5	1.1	2608

Fonte: Michel (2005)

TABELA 2 – Teste 2 (combustível: 100% biodiesel).

RPM Nominal	Torque kgf	Potência cv	Tempo min	Consumo Litros	RPM médio
1400	69	48	1	0.2	1390
1800	70	63.4	1	0.4	1810
2200	66	72.7	2	0.7	2205
2600	60	77.9	3	1.3	2595

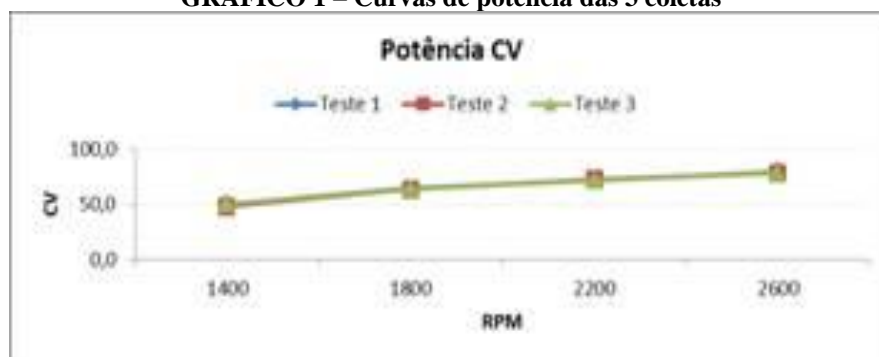
Fonte: Michel (2005)

TABELA 3 – Teste 3 (combustível:100% diesel).

RPM Nominal	Torque kgf	Potência cv	Tempo min	Consumo Litros	RPM Médio
1400	72	50.4	1	0.2	1400
1800	71	63.9	1	0.3	1800
2200	65	71.5	2	0.8	2200
2600	60	78.2	3	1	2605

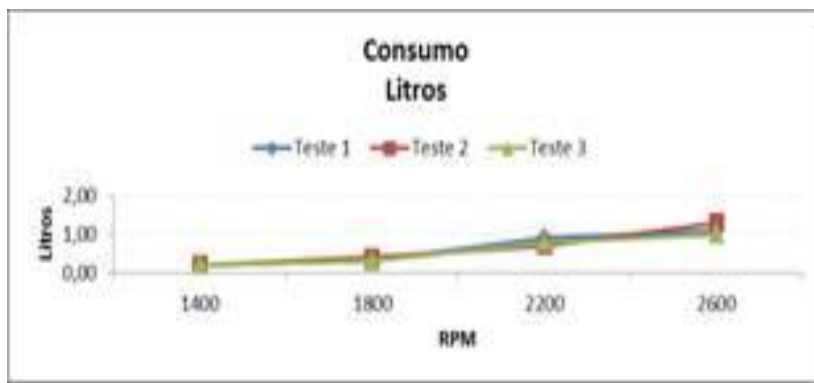
Fonte: Michel (2005)

GRÁFICO 1 – Curvas de potência das 3 coletas



Fonte: Os autores (2014)

GRÁFICO 2 - Curvas de consumo das 3 coletas.



Fonte: Os autores (2014)

Considerando-se que a variação da potência nos 3 testes é desprezível, ressalta-se que a diferença de consumo é 8,70% maior utilizando-se 50% Diesel + 50% Biodiesel e 13,04% utilizando-se 100% Biodiesel quando comparada à utilização de 100% Diesel. O resultado está demonstrado na **Tabela 4**.

Projetando o resultado dos testes realizados pela Tetra Pak na situação da empresa de transporte público de passageiros de Joinville -SC, observa-se uma elevação de custo de 15% usando 50% Biodiesel + 50% Diesel e no 100% Biodiesel, quando comparado ao cenário de

utilização de 100% Diesel, há um percentual de 30%. Esses resultados são demonstrados na **Tabela 5**.

A elevação do custo com combustível ao utilizar diferentes percentuais de Biodiesel em sua frota, em reais (R\$) pode chegar a aproximadamente R\$1.000.000,00 e está demonstrado no **Gráfico 3**.

Fica evidente que o diesel 100%, sempre será a melhor escolha quando o objeto de análise, for representado pelo melhor custo benefício, mas atualmente há subsídios governamentais que estimulam a utilização de combustíveis alternativos, tornando-os mais acessíveis para as empresas do setor.

TABELA 4 - Comparativo de consumo (litros) x 100 % diesel.

Tipos de combustíveis Testados	% aumento no consumo (litros) x 100% diesel
Biodiesel 50% + 50% diesel	8,7%
Biodiesel 100%	13,04 %

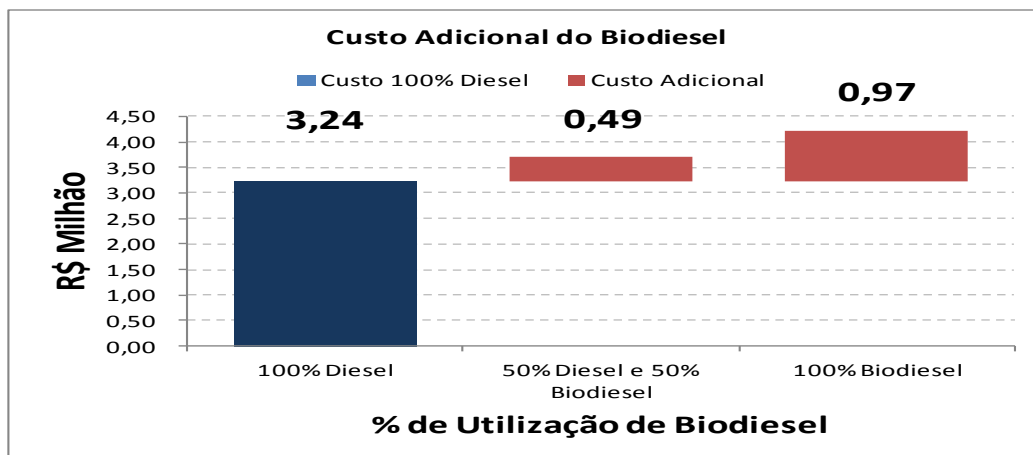
Fonte: Autores (2014)

TABELA 5 - Projeção de percentual de aumento de custo da empresa de transporte coletivo.

% de Biodiesel e Diesel	Consumo Mensal (Litros)	Distância por mês (km)	Preço por litro (R\$)	Custo mensal de combustível (R\$)	%Custos vs 100% Diesel
50% D + 50% B	767.830	1.846.182	2,02	3.721.256,75	15,03%
Biodiesel	798.544	1.846.182	2,28	4.207.448,78	30,06%
Diesel	706.404	1.846.182	1,75	3.235.064,72	-

Fonte: Os autores (2014)

GRÁFICO 3 - Projeção de aumento de custo da empresa de transporte coletivo em R\$.



Fonte: Os autores (2014)

Cenário com subsídios governamentais

A utilização de combustíveis com mistura de biodiesel, são visto pelas empresas do setor, como soluções inviáveis economicamente, devido ao seu alto custo e a baixa eficiência, quando comparado ao diesel mineral.

Em alguns países, os governos locais vem criando subsídios, afim de promover a utilização de combustíveis menos poluentes. Como foi mencionado na pesquisa de Lundli et al (1998), onde o governo norueguês subsidiária alguns custos na implantação do biodiesel. Já Gitiaux et al (2009), conclui em sua pesquisa, que devido o aumento constante nos combustíveis fosseis, a tendência é que o mesmo no ano de 2020, haja um diminuição drástica no consumo do mesmo, devido aos altos preços.

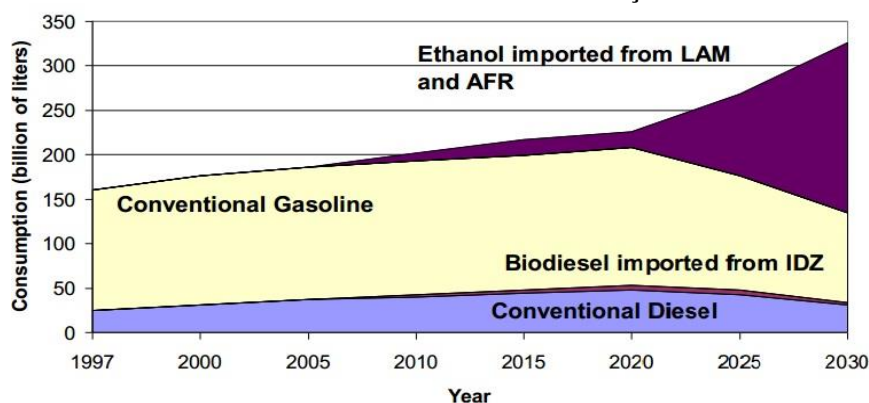
No Brasil, o projeto de lei 310/2009, visa a desoneração de PIS/Cofins no transporte coletivo metropolitano e intermunicipal, a emenda 6 propoe a

desoneração às empresas que utilizarem no mínimo o combustível B-20, a lei só entrará em vigor um ano após a a mesma ser sancionada pela presidência, conforme menciona o site SENADO.GOV (2012).

Os principais benefecios desse projeto de lei, são a redução a zero das alíquotas PIS/Pasep e Cofins, sobre o faturamento de serviços, na aquisição de combustíveis, chassis, carrocerias, veículos, pneus e câmaras de ar, desde que sejam utilizados para prestação dos serviços no transporte urbano e metropolitano. Existe a possibilidade de adquirir energia elétrica nas mesmas condições tributárias que as empresas de metrô e trens, para utilização em carros elétricos e suas dependências.

Com a aprovação desse projeto de lei, fica evidente que os combustíveis alternativos terão um preço mais acessível, o que contribuirá em muito para o crescimento na demanda desses produtos, conforme previsto no **Gráfico 5**, em uma pesquisa feita no mercado europeu.

GRÁFICO 5 – Demanda do biodiesel com a inserção de subsídios



A utilização desses combustíveis alternativos, contribui em muito para o meio ambiente, devido o número inferior de gases lançados na atmosfera, quando comparado ao diesel mineral, proporcionando uma gestão ambiental mais eficaz, do que a atualmente utilizada.

Cenário Ambiental

Segundo dados do Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis (Sindicom), a demanda por diesel no Brasil encerrou 2013 com um crescimento de 4,3 %. Devido a demanda crescente por este combustível, a mistura de 5% de biodiesel ao óleo diesel foi antecipada em três anos no Brasil, criando o então chamado B5, que entrou em vigor em 2010.

O óleo de fritura residual, após processo de filtração, é utilizado por empresas para produção de biodiesel, a fim de diminuir a possibilidade de impacto ambiental gerado por este ao entrar em contato com a rede pluvial ou rede pública. Além disso, também permite a sua utilização na mistura ao óleo diesel. Na região de Joinville são coletados, em média, cerca de 750.000 litros de óleo residual anualmente entre as cidades de Bombinhas –SC até Itapoá – SC e demais municípios da região de Joinville como Araquari-SC e São Francisco do Sul –SC (ECOBIO SUL DO BRASIL, 2014). Além disso, a empresa coletora possui um projeto em andamento com a empresa Águas de Joinville e instituições de ensino sobre o reaproveitamento de óleo de fritura utilizado em residências, restaurantes, refeitórios industriais, com a finalidade de estudar a sua reutilização como matéria-prima para produção de detergente, sabão e biodiesel. O projeto também funciona como uma conscientização quanto ao não descarte do óleo de fritura no ralo das pias, diminuindo assim o impacto ambiental causado pela

emissão de metano em virtude de sua degradação, bem como incentivar a produção deste biocombustível para aplicação ao diesel utilizado no transporte coletivo da região (MIRANDA e ARAÚJO, 2013).

Por meio do panorama descrito acima, a pesquisa possui importância tanto no âmbito regional como no âmbito nacional, sendo relevante socialmente e ambientalmente uma vez que pode favorecer cooperativas de catadores e proporcionar redução no impacto ambiental causado pelas emissões de poluentes na atmosfera.

A **Tabela 6** apresenta os valores limite de emissões de poluentes para ônibus urbano. Neste controle de emissões de poluentes se utiliza o teste opacidade veicular. Ao tratar de motores do ciclo diesel, leva-se em consideração a presença de óleos minerais, a base de hidrocarbonetos. Ao realizar a combustão desses hidrocarbonetos gerou emissões de poluentes emitidos pela queima incompleta deste combustível (KARAS, 2013).

A indicação da medição de opacidade veicular foi feita observando o coeficiente de absorção de luz ($K (m^{-1})$), relacionando a queima da fumaça. Segundo a Resolução CONAMA a partir de Janeiro de 2012, veículos automotivos nacionais ou importados do ciclo diesel, devem obedecer a limite máximo de Opacidade Veicular de 0,5 (m^{-1}).

No teste de opacidade foi utilizado a média anual do coeficiente de absorção de luz ($K(m^{-1})$), do Micro ônibus, Midi, Convencional, Padron e o Articulado, estes com a utilização de motores ciclo diesel S-10 e realizando um comparativo com a redução de opacidade em torno de 63,10% na emissão de poluentes adotado por Karas (2013) na utilização do B100, conforme visto na **Tabela 7**.

TABELA 6 – Limite de emissão de poluentes para ônibus urbano.

Poluente	EURO 1 CONAMA FASE III até dez/95	EURO 2 CONAMA FASE IV até jan/96 a dez/03	EURO 3 CONAMA FASE V até jan/04 a dez/11	EURO 4 CONAMA FASE VI a partir de jan/12
CO (Monóxido de Carbono) g/kW h	4,9	4,0	2,1	1,5
HC (Hidrocarbonetos) - g/kW h	1,23	1,1	0,66	0,46
NOX (Óxido de Nitrogênio) - g/kW h	9	7	5	2
MP (Material Particulado) - g/kW h	0,4	0,15	0,13	0,02
OPACIDADE - m^{-1}	2,8	2,28	0,8	0,5

TABELA 7 – Teste de opacidade [m⁻¹] - média dos veículos.

Ônibus	Diesel S-10 K(m ⁻¹)	B100 K(m ⁻¹)
Micro ônibus	0,56	0,21
Midi	0,63	0,23
Convencional	0,37	0,14
Padron	0,64	0,24
Articulado	0,46	0,17

Fonte: Os autores (2014)

Nota-se que a utilização do B100 nos motores do ciclo diesel, proporcionaria uma redução quanto a emissões de poluente para atmosfera, apresentando um ganho ambiental quanto a sua utilização, demonstrando que a incorporação do biodiesel como combustível apresenta vantagens comparadas à utilização do óleo diesel S-10. E os valores obtidos de opacidade ficaram dentro do especificado pela CONAMA 2012.

CONCLUSÃO

Conclui-se que com a utilização do biodiesel (B100) em Joinville - SC, os ganhos ambientais foram satisfatórios, reduzindo cerca de 63,10% nas emissões de poluentes, resultando em uma melhora significativa na vida social da população. Com isso é evidente, que mesmo com todos esses benefícios ambientais, o fator financeiro ainda determina a escolha do diesel 100%, devido ao seu custo benefício, que proporciona uma economia mensal de R\$ 1 milhão de reais, quando comparado ao biodiesel B100. Isso se deve a não existência de uma legislação que obrigue ou torne acessível economicamente à utilização dos combustíveis alternativos, como vem sendo aplicado em outros países.

Sugere-se como forma de melhoria da qualidade de vida e manutenção da saúde pública da população de Joinville – SC, com a redução das emissões de poluentes pelos veículos de transporte público, a adoção de políticas de incentivo, subsídios quanto a utilização do biodiesel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANDA, D. **A utilização do Biodiesel no Transporte Urbano**. Maio 2006. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/donato/bio-diesel-transporte-urbano.htm>> Acesso em: 21 abril 2014.

ANDERSEN, O. et al. Biodiesel in heavy-duty vehicles in Norway: Strategic plan and vehicle fleet experiments. **Vestlandsforskning**, Sogndal, v. 18, p.1-119, dez. 1998. Disponível em: <<http://www.vestforsk.no/filearchive/rapport-18-98.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2014.

ANP – Agencia Nacional de Petróleo <www.anp.gov.br>. Acesso em 29 de fevereiro de 2014.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - 2011 – Ano base 2010: Resultados Preliminares, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados_Pre_BE_N_2011.pdf>. Acesso em 15 de abril de 2014.

BARBOSA, R. L.; SILVA, F. M. DA; SALVADOR, N.; VOLPATO, C. E. S. **Desempenho comparativo de um motor de ciclo diesel utilizando diesel e misturas de**

biodiesel. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1588-1593, set./out., 2008.

BORTOLUZZI, O. R. S.; **A poluição dos solos e águas pelos resíduos de óleo de cozinha**, Universidade de Brasília/UEG, Brasília, 2011.

BUENO, L. de S. R.. **Estudo da Influência da Composição do Óleo Vegetal Sobre Algumas Propriedades do Biodiesel**. Curitiba - PR, 2007. Dissertação (Mestrado em Eng. Mecânica) – PPGEM, PUCPR.

CASTRO, B. **Otimização das condições da reação de transesterificação e caracterização dos rejeitos dos óleos de fritura e de peixe para obtenção de biodiesel**. Rio de Janeiro, 2009.

DA SILVA, A. A. **Produção de biodiesel pela transesterificação alcalina homogênea do óleo de soja**

- com metanol utilizando irradiação de microondas.** Seropédica-RJ, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Química) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ.
- ECOBIO SUL DO BRASIL. **Produção de biodiesel a partir de óleo vegetal residual.** Disponível em: <<http://eco-biosul.webnode.com.br/a-empresa/>>. Acesso em 15 de abril de 2014.
- FERRARI, R. A., OLIVEIRA, V. da S., SCABIO, A, **Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físicoquímica e consumo em gerador de energia.** Ponta Grossa. *Química Nova*, Vol. 28, No. 01, p.19-23, 2005.
- GIDION S/A. **Resumo do sistema.** 2013. Disponível em: <http://www.gidion.com.br/wpcontent/uploads/2010/03/Resumo Sistema Site2013_181113.pdf>. Acesso em: 05 maio 2014.
- GITIAUX, X. et al. Biofuels, Climate Policy and the European Vehicle Fleet. **Joint Program on the Science and Policy of Global Change**, Cambridge, v. 176, p.1-38, ago. 2009. Disponível em: <http://globalchange.mit.edu/files/document/MITJPSPGC_Rpt176.pdf>. Acesso em: 12 maio 2014.
- GORREN, R.C.R. **Biocombustíveis – Aspectos sociais e econômicos: comparação entre Brasil, Estados Unidos e Alemanha.** 2009. 132p. Dissertação de mestrado – Programa de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo.
- HENRIQUES, M. F. **Potencial de redução de emissão de gases de efeito estufa pelo uso de energia no setor industrial brasileiro.** Rio de Janeiro, 2010.
- IBGE. **Infográficos:** Dados gerais do município. 2013. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/2333L>>. Acesso em: 10 maio 2014.
- TERNES, A. **O Transporte Coletivo de Joinville.** Joinville/SC: Editora Mário Brum, 2008.
- UBRABIO. **O biodiesel e sua contribuição ao desenvolvimento brasileiro.** Brasília, 2010.
- VOOS, C. H. **O transporte coletivo de Joinville/SC: Aspectos sócio-espaciais perante a centralidade urbana.** 2009. 80 P. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Sociais, Departamento de Centro de Ciências Sociais e Jurídicas, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2009.
- KARAS, E. L. **Planejamento e Gerenciamento dos Serviços de Transporte.** Curitiba: URBS, 2013. 45 p. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1399574237.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2014.
- Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005.** PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm> Acesso em: 29 fev. 2014.
- MICHEL, V. **Projeto Biodiesel.** 2005. Disponível em: <http://www.tetrapak.com.br/DocumentBank/Sustentabilidade/art_tec_biodiesel.pdf>. Acesso em: 12 maio 2014.
- MONTEIRO JUNIOR, N.; **Uma estratégia para substituição de diesel importado por biodiesel, e suas eventuais implicações.** Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2005.
- RESOLUÇÃO ANP Nº 14, DE 11.5.2012 - DOU 18.5.2012.** Disponível em: <[http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2012/maio/ranp%2014%20-%202012.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2012/maio/ranp%2014%20-%202012.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)> Acesso em: 15 abril. 2014.
- RESOLUÇÕES DO CONAMA.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>> Acesso em: 15 abril. 2014.