



Publicações de Meio Ambiente

# Relatório Biodiesel B20

semove

## Realização

Semove – Federação das Empresas de Mobilidade do Estado do Rio de Janeiro

Richele Cabral Gonçalves | Diretora de Mobilidade Urbana

Guilherme Wilson da Conceição | Gerente de Planejamento e Operações

Giselle Smocking Rosa Bernardes Ribeiro | Coordenadora de Meio Ambiente\*

Lídia Vaz Aguiar | Especialista em Meio Ambiente\*

Viviane Japiassú Viana | Especialista em Meio Ambiente\*

Eunice Horácio de Souza de Barros Teixeira | Especialista em Transportes

Felippe Da Cás | Analista de Estudos Econômicos\*

Milena Santana Borges | Especialista em Transportes\*

Paula Leopoldino Barros | Especialista em Transportes\*

Sérgio Peixoto dos Santos | Assistente de Planejamento

Ádria Dias Vital | Estagiária de Planejamento\*

Renato Oliveira Arbex | Estagiário de Planejamento\*

## Autores

Guilherme Wilson da Conceição | Gerente de Planejamento e Operações

Lídia Vaz Aguiar | Especialista em Meio Ambiente\*

## Colaboradores

Giselle Smocking Rosa Bernardes Ribeiro | Coordenadora de Meio Ambiente\*

Felippe Da Cás | Analista de Estudos Econômicos\*

## Produção

Verônica Abdalla

## Revisão

Tânia Mara e Patricia Gonçalves

## Projeto Gráfico

Ampersand Comunicação Gráfico

## Impressão

Stamppa Grupo Gráfico

## FICHA CATALOGRÁFICA

SEMOVE

SEMOVE

Biodiesel B20 – O Rio de Janeiro anda na frente. Rio de Janeiro: 2011.

104 p.

1. Meio Ambiente. 2. Biodiesel. 3. Biocombustível.

\* Colaboradores da Semove no ano da realização do estudo.

# Prefácio

**D**esde 1997, a Semove vem contribuindo de forma efetiva para o controle da poluição no setor de transporte do Estado do Rio de Janeiro, principalmente no que se refere à diminuição da poluição atmosférica e combate ao aquecimento global. Seguindo esta linha e também com o objetivo de garantir ao Comitê Olímpico Internacional (COI) um transporte mais sustentável para receber os atletas dos jogos olímpicos de 2016, na cidade do Rio de Janeiro, foi lançado o Projeto experimental “Biodiesel B20 – O Rio de Janeiro Anda Frente”.

Este projeto foi lançado em 2009 em parceria com a Secretaria de Transportes do Estado e contou com o apoio da Petrobras Distribuidora, Shell Brasil, Ipiranga, Mercedes Benz do Brasil, Volkswagen Caminhões e Ônibus – MAN, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, Secretaria de Estado do Ambiente – SEA e Instituto Estadual do Ambiente – INEA.

A seguir, será apresentado relatório com os resultados deste relevante programa, incluindo as considerações legais, técnicas, econômicas, ambientais e sociais que norteiam a utilização do B20. Além de dar continuidade à mitigação dos impactos ambientais relacionados ao setor de transporte, esperamos contribuir, através dos resultados e análises deste relatório, para a orientação das estratégias de governo quanto ao avanço da sustentabilidade da matriz energética brasileira através priorização do uso de combustíveis mais limpos.

**Armando Guerra**  
Presidente Executivo

**semove**

# Agradecimentos

É com grande satisfação que a Semove compartilha o sucesso do projeto “Biodiesel B20 – O Rio de Janeiro Anda na Frente” com todos aqueles que, de forma efetiva, contribuíram para sua realização e conclusão. Agradecemos, em especial, ao Governo do Estado, através da Secretaria de Estado de Transporte e da Secretaria de Estado do Ambiente, à Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro e aos nossos parceiros institucionais - Petrobras Distribuidora, Mercedes Benz do Brasil, Volkswagen Caminhões e Ônibus – MAN, Ipiranga e Shell Brasil.

Foi também de extrema importância o eficiente apoio por parte da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, e do Instituto Estadual do Ambiente – INEA

A Semove também agradece pela participação das empresas Viação Ideal Ltda, Rodoviária A. Matias Ltda e Real Auto Ônibus Ltda neste relevante projeto, que cederam seus ônibus para serem abastecidos com o B20, assim como disponibilizaram dados referentes a estes veículos e veículos sombra para fins de análise comparativa quanto ao desempenho técnico, ambiental e econômico.

# Índice

1. Introdução .....	3
2. Objetivos do programa .....	3
3. O Biodiesel no Brasil .....	3
3.1. O biodiesel .....	3
3.2. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB .....	3
3.3. Aspectos ambientais .....	3
3.4. Aspectos sociais .....	3
3.5. Aspectos técnicos .....	3
3.5.1. Qualidade do biodiesel .....	3
3.6. O preço do biodiesel .....	3
3.7. Biodiesel e crédito de carbono .....	3
3.8. Desafios, problemas e oportunidades .....	3
4. Dimensionamento do programa biodiesel B20 .....	3
5. Metodologia .....	3
6. Resultados .....	3
6.1. Avaliação dos níveis de opacidade .....	3
6.1.1. Viação Ideal S/A .....	3
6.1.2. Rodoviária A. Matias S/A .....	3
6.1.3. Real Auto Ônibus S/A .....	3
6.2. Avaliação dos níveis de consumo .....	3
6.2.1. Viação Ideal S/A .....	3
6.2.2. Rodoviária A. Matias S/A .....	3
6.2.3. Real Auto Ônibus S/A .....	3
6.3. Avaliação mecânica .....	3
6.4. Avaliação do Efeito do B20 no Óleo Lubrificante .....	3
6.4.1. Viscosidade .....	3
6.4.2. Metais de Desgaste .....	3
6.4.3. Fuligem e Oxidação por Infra-Vermelho, Índices de Acidez (IA) e Basicidade (IB) e Insolúveis em Pentano .....	3
6.4.4. Considerações Finais da Avaliação do Efeito do B20 no Óleo Lubrificante .....	3
6.5. Avaliação econômico-financeira .....	3
7. Conclusões .....	3
8. Perspectivas futuras .....	3
9. Referências bibliográficas .....	3
ANEXO I – Avaliações Mecânicas (Mercedes Benz) .....	3

Capítulo 01

# Introdução

semove

*“O uso de óleos vegetais como combustíveis de motor pode parecer insignificante nos dias atuais. Mas estes óleos podem vir a se tornar, ao longo do tempo, tão importantes como o petróleo e o carvão mineral nos tempos atuais.” (Rudolf Diesel)*

**P**reocupada com as questões socioambientais principalmente no que se refere ao aquecimento global, com a degradação da qualidade do ar que respiramos e com o comprometimento da saúde da população, a Semove vem realizando diversos programas no intuito de contribuir para a mitigação destes problemas que vêm afetando a sociedade nos últimos anos.

Dentre as diversas atitudes concretizadas por esta Federação, através do Programa Ambiental Semove (PAS), encontram-se a implementação do Programa EconomizAr, o Programa Despoluir, o Convênio Selo Verde, projetos de Compensação Ambiental, o projeto Ônibus Elétrico Híbrido, Convênios firmados com municípios, assim como projeto experimental de utilização de combustível mais limpo, como o Biodiesel B5.

O programa “O Rio de Janeiro Sai na Frente – Biodiesel 5% na Frota de Ônibus”, idealizado pela Semove e pela Secretaria de Estado dos Transportes – SETRANS, foi lançado de forma pioneira em 2007. Através deste projeto, 3.500 ônibus do Estado do Rio de Janeiro foram abastecidos com biodiesel B5, com o objetivo de apresentar uma alternativa energética sustentável ao transporte coletivo de passageiros, de modo a orientar a antecipação da meta prevista pela Lei Federal 11.097/ 2005 que previa a utilização deste percentual na mistura a partir de 2013.

Seguindo este contexto, o programa Biodiesel B20 (20% de biodiesel adicionado ao diesel comum), a ser apresentado detalhadamente nas próximas páginas, mostra que, mais uma vez, esta Federação atuou de forma pró-ativa e objetiva em prol do meio ambiente e da sociedade.

**Figura 1: Adesivo de identificação do programa Biodiesel B20 afixado na carroceria dos ônibus participantes.**



Este programa foi lançado em setembro de 2009, através de uma parceria entre a Semove e o Governo do Estado, no qual 15 ônibus da cidade do Rio de Janeiro foram abastecidos com biodiesel B20 durante 12 meses.

Os testes com biodiesel B20 contemplaram três empresas de ônibus (Real Auto Ônibus S/A, Viação Ideal S/A, Rodoviária A. Matias S/A) com 5 ônibus em cada. O experimento contou com o apoio institucional da Shell, Ipiranga e Petrobras Distribuidora S/A na distribuição de combustível e das montadoras Mercedes Benz do Brasil e Volkswagen Caminhões e Ônibus (MAN) para suporte em eventuais problemas nos motores.

Figura 4: Ônibus abastecido com biodiesel B20



Como alternativa no setor de transporte e energia, o aumento dos percentuais de biodiesel adicionado ao diesel comum necessita ser testado e validado, formando base técnica sólida, a fim de provar ser uma boa solução em termos de desempenho, consumo e emissões. Baseando-se nestes aspectos, o “Projeto Biodiesel B20 – O Rio de Janeiro Anda na Frente” foi realizado de modo a apresentar tais avaliações e resultados relacionados à viabilidade técnica e econômica do uso deste combustível. É válido salientar que a energia renovável ocupará, progressivamente, cada vez mais espaço na matriz energética brasileira, em especial na matriz de transporte.



Capítulo 02

# Objetivos do programa

semove

**A** fim de garantir ao Comitê Olímpico Internacional (COI) um transporte mais eficiente para receber os atletas dos jogos olímpicos de 2016, na cidade do Rio de Janeiro, o programa objetivou realizar a avaliação técnica e econômica da utilização do Biodiesel B20 nas frotas de ônibus do Estado do Rio de Janeiro, assim como analisar o desempenho destes ônibus.

Considerando o estabelecimento da meta de utilização do B20 para o ano de 2020, de acordo com o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, espera-se que este projeto venha a servir como base e incentivo para projetos futuros, que utilizem percentuais superiores, a serem elaborados paralelamente ao aumento de biodiesel na matriz energética do transporte, mostrando ser possível aliar o desenvolvimento do setor de transportes ao respeito pelo meio ambiente e pela sociedade. Desta forma, será possível contribuir para um desenvolvimento sustentável, além de orientar estratégias de governo voltadas à priorização e uso de combustíveis mais limpos.

Capítulo 03

# O Biodiesel no Brasil

semove

## 3.1. O biodiesel

Derivado de fontes renováveis, o biodiesel é um combustível alternativo ao diesel de petróleo, com quantidade insignificante de enxofre em sua composição. Pode ser produzido a partir de biomassa<sup>1</sup>, como gorduras animais ou óleos vegetais, resíduos industriais e esgoto sanitário que, na presença de um catalisador, reagem quimicamente em um processo denominado transesterificação<sup>2</sup>. Este combustível, quando em acordo com as normas de qualidade da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível), pode ser utilizado em motores à combustão interna com ignição por compressão (motores ciclodiesel automotivos ou estacionários), sem necessidade de modificação e pode substituir total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo.

De acordo com a Lei 11097 de 13 de janeiro de 2005, o biodiesel pode ser definido como:

“Biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil.”

A utilização do biodiesel representa uma série de vantagens sociais, econômicas e ambientais. Trata-se de um combustível biodegradável<sup>3</sup>, não tóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos, além de produzir uma queima mais limpa, o que resulta em menores níveis de emissão de poluentes. Apresenta alta lubrificidade, poder ser produzido com emprego de tecnologia simples e de fácil transferência para o setor produtivo, além de valorizar a agricultura familiar e a fixação do homem ao campo.

O biodiesel pode ser utilizado puro ou em misturas. A nomenclatura utilizada para as misturas de biodiesel-diesel mineral (Bn) refere-se a Blend<sup>4</sup> (B) e ao percentual de biodiesel na mistura (n). Desta forma, a mistura de 20% deste combustível ao diesel de petróleo é denominada B20 e assim sucessivamente, até o B100 (biodiesel puro).

Segundo a ANP, em 2010, 23,8% do diesel no Brasil foram importados. Sendo assim, a utilização do biodiesel produzido no Brasil permite reduzir a dependência destas importações, o que representa uma vantagem estratégica do ponto de vista econômico. De acordo com o Portal do Biodiesel (2010)<sup>5</sup>, o uso comercial do B2, em 2008, criou um mercado potencial para a comercialização de 800 milhões de litros de biodiesel por ano, o que representa uma economia anual da ordem de US\$ 160 milhões na importação de diesel. Outra vantagem refere-se ao fato do Brasil dispor de solo e clima adequados ao cultivo de oleaginosas, o que assegura o suprimento interno e possibilita grande potencial de exportação. Além disso, a indústria nacional de biodiesel possui cerca de 47 produtores e encontra-se com aproximadamente 50% da sua capacidade de produção ociosa. Isto significa que, se toda a capacidade fosse utilizada, a indústria do biodiesel poderia atender a demanda do B10, caso o mesmo se tornasse obrigatório (BiodieselBR, 2010).

---

<sup>1</sup> Óleos vegetais de dezenas de espécie vegetais, tais como amendoim, babaçu, dendê (palma), girassol, mamona, pinhão manso, soja e demais oleaginosas, gorduras animais (aves, suínos, bovinos, ovinos, entre outros), resíduos industriais e esgoto sanitário.

<sup>2</sup> Reação química dos óleos vegetais ou gorduras animais com o álcool comum (etanol) ou o metanol, estimulada por um catalisador, da qual também se extrai a glicerina, produto com aplicações diversas na indústria química, alimentícia e farmacêutica. A transesterificação consiste em um processo químico cujo objetivo é alterar a estrutura molecular do óleo vegetal, tornando-a praticamente idêntica a do óleo diesel.

<sup>3</sup> Substância que pode ser degradada por microorganismos naturais do ambiente. Quando decomposto, perde suas propriedades químicas nocivas.

<sup>4</sup> Do Inglês “mistura”, “combinação”.

<sup>5</sup> Portal para divulgação das informações referentes ao Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Este canal possui como objetivo a comunicação e desenvolvimento das ações entre os agentes envolvidos no programa.

Diversas matérias-primas podem ser utilizadas na produção do biodiesel, tais como óleos vegetais, gorduras animais ou produtos residuais, como óleo de fritura já usado. A soja é a espécie de maior cultivo no Brasil. No entanto, há outras espécies vegetais que merecem destaque tais como o dendê (palma), babaçu e o girassol. Na figura 5, podemos observar as principais culturas relacionadas às suas respectivas áreas de melhor adaptação do país:

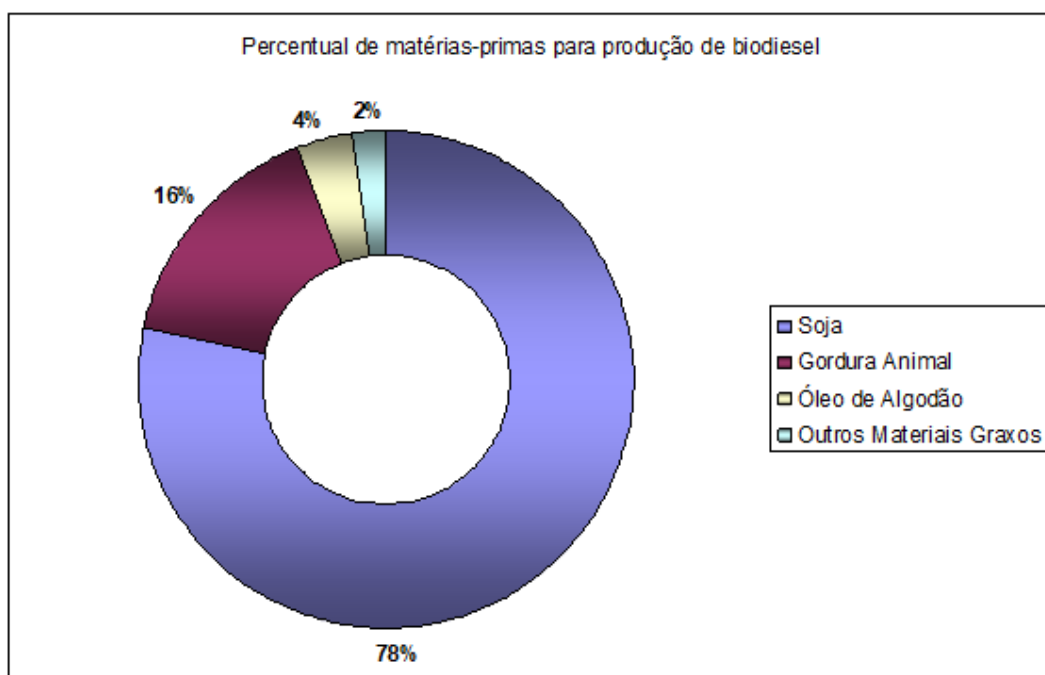
Figura 5: Potencial de produção das oleaginosas por estado.



Fonte: <http://www.biodieselbr.com/i/biodiesel/biodiesel-brasil-potencial.jpg>

A soja é a oleaginosa com maior área plantada no Brasil. Sua produção é de aproximadamente 60 milhões de toneladas por ano, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, a produção deste biocombustível se dá através da soja (78,3%), gordura animal (15,8%), algodão (3,7%) dentre outros materiais graxos, incluindo mamona e dendê (2,2%), conforme Gráfico 1, a seguir.

## Gráfico 1: Percentual de matérias-primas para produção de biodiesel



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2010.

De acordo com o Ministério da Agricultura, em nosso país, centenas de culturas podem servir de matéria-prima para a produção de biodiesel. Dentre estas, pelo menos dez possuem um bom potencial para cultivo e exploração comercial do óleo com fins energéticos (Anuário da Indústria do Biodiesel, 2010).

Nosso país apresenta uma série de vantagens do ponto de vista natural. Além de possuir um quarto de água doce de superfície e de subsolo do planeta, o Brasil dispõe de solos de boa qualidade e de grande biodiversidade, uma vez que está situado entre diversas latitudes e climas, facilitando a presença de espécies distintas em suas respectivas regiões.

Em relação às áreas disponíveis para plantio, de acordo com o Ministério de Minas e Energia, somando-se apenas as áreas novas que possuem potencial para ser utilizadas para a produção do biocombustível (áreas degradadas, área de expansão dos Cerrados, integração pecuária-lavoura, áreas marginalizadas (como o Sertão Nordestino), áreas de reflorestamento) o país poderia utilizar cerca de 200 milhões de hectares. Em 2010, os maiores produtores de biodiesel, os alemães<sup>6</sup>, fizeram uso de apenas 1,1 milhão de hectares para a produção das oleaginosas utilizadas para produzir biodiesel (Anuário da Indústria do Biodiesel, 2010).

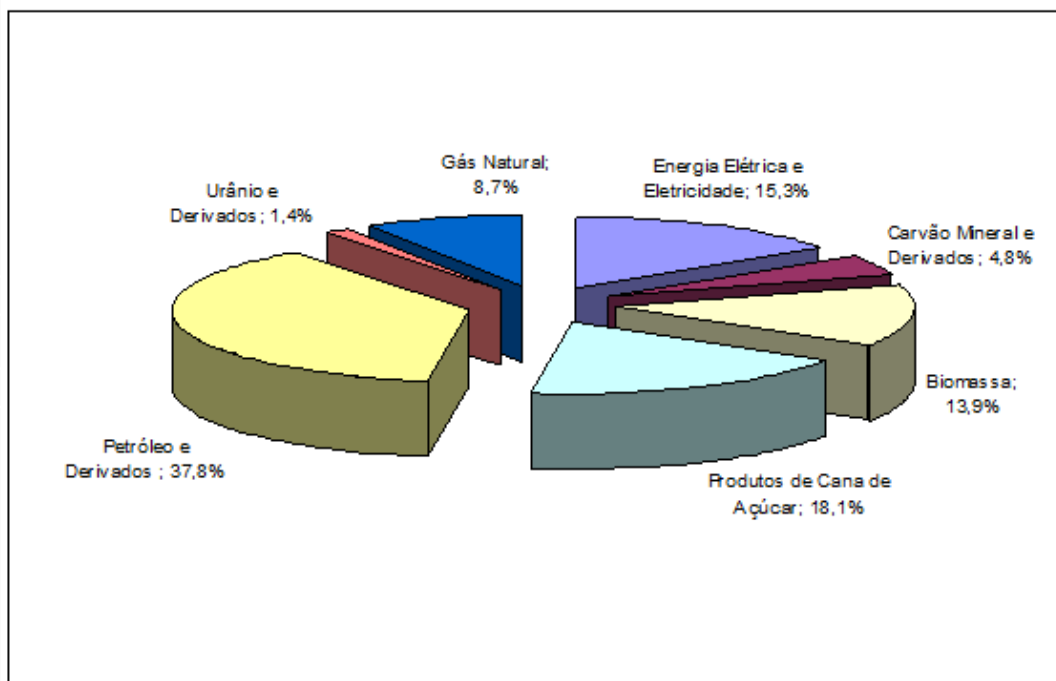
As vantagens ambientais do uso do biodiesel, como redução da emissão de material particulado e enxofre, poderão evitar custos com saúde pública, assim como a redução das emissões de CO<sub>2</sub> poderão gerar recursos através dos créditos de carbono oriundos de Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> No Ranking, o Brasil foi o 3º maior produtor de biodiesel em 2010, ficando atrás da Alemanha e França (BiodieselBR, 2011).

<sup>7</sup> Projetos de redução de emissão de gases de efeito estufa ou sequestro de CO<sub>2</sub> realizado por países em desenvolvimento para geração de créditos de carbono a serem comercializados com países do Anexo I (que possuem metas de redução em função da ratificação do Protocolo de Kyoto).

Atualmente, a matriz energética brasileira pode ser considerada uma das mais limpas do mundo. Em 2009, as fontes renováveis de energia somaram aproximadamente 47,3%, segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2010) e Balanço Energético Nacional (BEN, 2010), conforme o Gráfico 2:

Gráfico 2: Matriz Energética Brasileira em 2009:



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Balanço Energético Brasileiro (BEN), 2010.

A introdução do biodiesel aumentará a participação de fontes limpas e renováveis em nossa matriz energética, somando-se principalmente à hidroeletricidade e ao álcool e colocando o Brasil numa posição ainda mais privilegiada nesse aspecto, no cenário internacional. Em médio prazo, o biodiesel pode tornar-se importante fonte de divisas para o País, somando-se ao álcool como fonte de energia renovável que o Brasil pode e deve oferecer à comunidade mundial (Portal do Biodiesel, 2010).

A importância da utilização do biodiesel como fonte alternativa de energia é crescente, haja vista a dependência do país no que se refere às importações de óleo diesel. Desta forma, é possível afirmar que o consumo de biodiesel poderá reduzir as pressões relacionadas à dependência do mercado externo.

## 3.2. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB

Em dezembro de 2004, foi lançado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). No mesmo dia de seu lançamento, foi anunciada a base legal, o que caracterizava o início do marco regulatório fundamental para o programa.

Uma das principais definições do programa brasileiro foi a de que o biodiesel teria como base o desenvolvimento social e mercadológico, assim como a proteção de meio ambiente.

Do ponto de vista social, é definido que o programa precisa estar apoiado em ações que estimulem a distribuição de renda e a geração de empregos e que diminuam a desigualdade social no país. O pilar mercadológico busca disponibilizar meios de tornar o produto barato em sua fabricação, rentável em sua venda, e de qualidade técnica superior à de seus concorrentes. Já o pilar ambiental, também de extrema relevância, refere-se ao fato de este combustível possuir fonte renovável, não fóssil além de possuir níveis inferiores de emissões de poluentes comparado ao diesel comum. (Anuário da Indústria do Biodiesel, 2010).

No dia 13 de janeiro de 2005 foi publicada a Lei 11.097. De acordo com esta lei, foi estabelecido um percentual mínimo de mistura de biodiesel no diesel fóssil comercializado no país. Desta forma, a adequação ao PNPB tornou-se obrigatória para os produtores, as distribuidoras e as montadoras.

Cabe ressaltar que no decorrer do ano de 2007 a mistura biodiesel-diesel ainda era voluntária, passando a ser compulsória no dia 1º de janeiro de 2008 através da referida lei que estabeleceu um percentual obrigatório de 2% de biodiesel (B2). O bom funcionamento do programa aliado ao crescimento da capacidade de produção no país e o rápido desenvolvimento do mercado permitiram ao governo federal a antecipar para julho de 2008 a elevação do percentual mínimo para 3% (B3), através da Resolução CNPE nº 2 de 13/03/2008. Assim, em 2008 houve um relevante aumento na produção de biodiesel no Brasil. O montante fabricado de B100 atingiu 1.167.128 m³ contra 404.329 m³ do ano de 2007 ocasionando um aumento de 188,7% no biodiesel disponibilizado no mercado interno (BEN, 2009).

Em julho de 2009, foi estabelecida a adição obrigatória de 4% de biodiesel no diesel, através da Resolução CNPE nº 2 de 27/04/2009, enquanto a obrigatoriedade do B5 se deu em janeiro de 2010 antecipando em três anos a meta inicialmente prevista pelo governo, que se daria em 2013, o que resultou na produção de 5.100.000 m³ apenas naquele ano. Com esta nova mistura, estabelecida através da Resolução CNPE nº 6 de 16/09/2009, os índices de ociosidade das unidades produtoras se tornaram inferiores a 45% (Anuário da Indústria do Biodiesel, 2010). O Gráfico 3, a seguir, mostra a obrigatoriedade legal prevista no início do programa e a antecipação da mistura obrigatória ao longo dos anos:

Gráfico 3: Obrigatoriedade legal e antecipação da mistura obrigatória.



Fonte: Conferência Anual do Biodiesel, 2010.



Para elevar o percentual desta mistura acima de 5%, é necessário que haja uma alteração na Lei 11.097 de 2005. No atual momento, os produtores de biodiesel buscam negociar com o novo governo uma mudança nesta lei para que seja permitido um aumento na adição de biodiesel ao diesel mineral. A perspectiva de aumento por parte dos produtores é de 7% apesar de o país possuir capacidade para produção do B10 (BiodieselBR, 2010).

### 3.3. Aspectos ambientais

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo, como o diesel, tem impactado significativamente a qualidade do meio ambiente, sendo a poluição do ar das grandes cidades um dos impactos mais notáveis. A poluição ocasionada pela combustão do óleo diesel traz externalidades negativas, tais como: efeitos nocivos à saúde humana através da exposição a diversos poluentes, elencados a seguir; efeitos nocivos locais, como o smog fotoquímico<sup>8</sup> e chuva ácida; e efeitos ambientais globais, como alterações do clima em função do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Dentre os poluentes primários emitidos à atmosfera pela combustão do diesel encontram-se os óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC), além de material particulado (MP), que são extremamente prejudiciais à saúde e comprometem a qualidade do ar.

O SO<sub>x</sub> é formado a partir da reação entre o enxofre (S)<sup>9</sup> contido no óleo diesel e o oxigênio (O<sub>2</sub>), após a combustão. Quando liberado na média atmosfera, o SO<sub>x</sub> reage com a água na forma de vapor ou condensada, formando ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que contribui para a formação de chuva ácida. Além disso, o SO<sub>x</sub>, em altas concentrações, pode ser fatal, causando graves inflamações nas vias respiratórias e nas mucosas (Baird, 2002). O biodiesel possui concentrações praticamente nulas deste elemento (S) em sua composição e seu uso pode contribuir de forma significativa para diminuição da poluição atmosférica e melhoria da saúde da população.

Outro poluente emitido pela queima do diesel é o monóxido de carbono (CO) que causa diminuição do suprimento de oxigênio aos tecidos do corpo. Isto ocorre uma vez que a hemoglobina do sangue possui maior afinidade pelo CO em relação ao O<sub>2</sub>. Desta forma, ao respirarmos CO, podem ser causados danos por intoxicação (suprimento de CO ao invés de O<sub>2</sub>) ao cérebro e outros órgãos (YOUNG, 2010).

Os hidrocarbonetos (HC) podem acarretar irritação nos olhos, pele e aparelho respiratório, sendo alguns compostos cancerígenos. Além disso, os HC's reagem com o NO<sub>x</sub>, na presença de radiação solar, ocasionando o smog fotoquímico, que traz o ozônio (O<sub>3</sub>) como produto, conforme citado anteriormente. Quando na troposfera<sup>10</sup>, o O<sub>3</sub> danifica os tecidos pulmonares diminuindo a resistência às doenças infecciosas, causando envelhecimento precoce destes tecidos. Além disso, o ozônio provoca irritação nos olhos, nas vias respiratórias e diminuição da capacidade pulmonar. O aumento das admissões hospitalares pode ser associado à exposição ao ozônio (YOUNG, 2010).

Já o material particulado (MP), quando suspenso na atmosfera, pode atingir os alvéolos pulmonares, além de causar uma série de danos à saúde humana como bronquite, asma, mal estar, câncer de pulmão, dor de cabeça, enjôo, irritação dos olhos e garganta, dentre outros malefícios. Em geral, os problemas causados

---

<sup>8</sup> Efeito que ocorre em função da reação de hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) na presença de radiação solar. O ozônio (O<sub>3</sub>) surge como produto desta reação e danifica os tecidos pulmonares diminuindo a resistência às doenças infecciosas, causando envelhecimento precoce destes tecidos. Além disso, o ozônio provoca irritação nos olhos, nas vias respiratórias e diminuição da capacidade pulmonar. O aumento das admissões hospitalares é associado à exposição ao ozônio.

<sup>9</sup> O enxofre encontra-se no diesel sob a forma de mercaptanas, substância extremamente nociva ao meio ambiente local. Elas são emitidas pela descarga dos motores diesel, principalmente em partidas e desacelerações, e quando não estão ajustados ou regulados.

<sup>10</sup> Troposfera: Porção mais baixa da atmosfera terrestre.

pelo material particulado, assim como os demais poluentes citados anteriormente, atingem pessoas mais sensíveis, como idosos, crianças e pessoas com problemas respiratórios (YOUNG, 2010).

Além disso, a combustão do diesel faz retornar à atmosfera grandes quantidades de carbono. Este “retorno” de carbono para a atmosfera através do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) vem contribuindo para a intensificação do efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas, o que conseqüentemente contribui para cenários catastróficos, como o derretimento de neves “eternas”, calor exagerado, aumento do nível do mar, furacões, alagamentos, dentre outros (RICKLEFS, 2003; BAIRD, 2002; SANTOS, 2007). O aumento da temperatura global ocasionada pelas emissões de CO<sub>2</sub> contribui, inclusive, para o aumento da proliferação de mosquitos (vetores), aumentando a incidência de doenças como dengue, malária, febre amarela e encefalite (EPA, 2011; WHO - World Health Organization, 2010).

A utilização do biodiesel como combustível alternativo tem apresentado um potencial promissor no mundo inteiro, tanto pela sua característica renovável, quanto pela redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental atribuídos ao diesel fóssil.

O biodiesel proporciona muitos benefícios ambientais, pois sua composição é praticamente isenta de átomos de enxofre, não emite componentes poliaromáticos carcinogênicos, apresenta maior número de cetanos (permitindo combustão mais completa e eficiente do combustível) e as emissões de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) são bem menores do que as do diesel comum (Biodiesel BR, 2010).

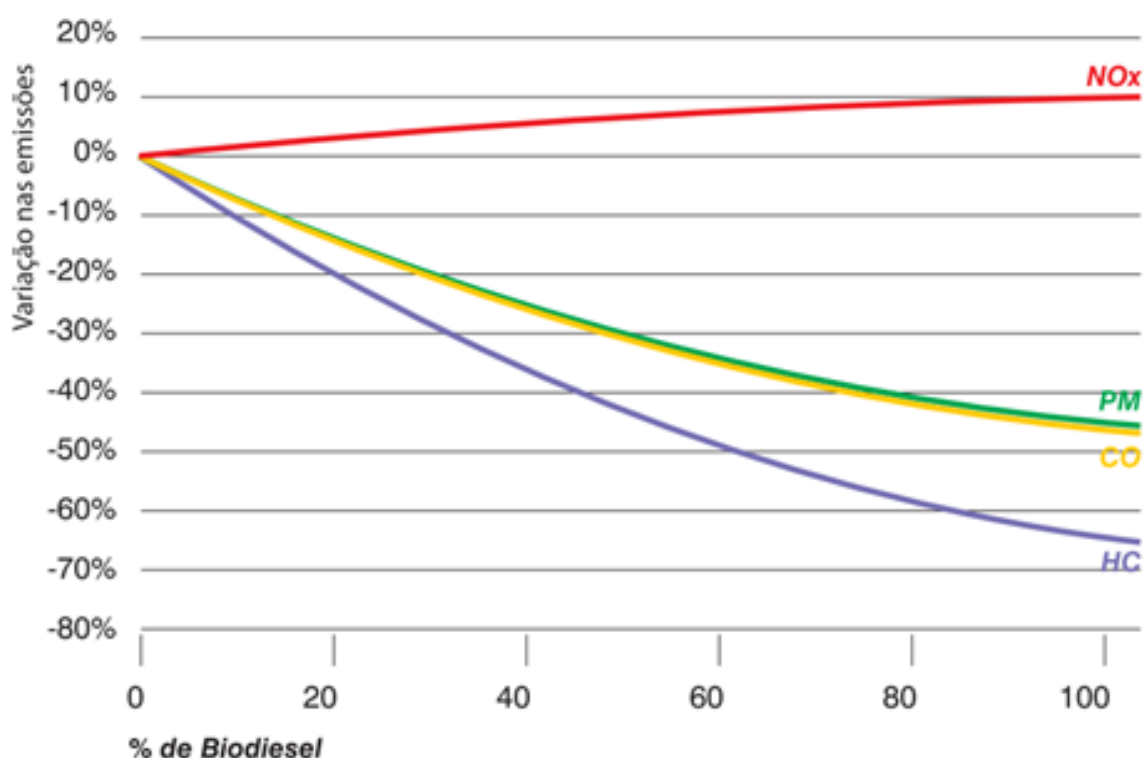
No entanto, alguns estudos demonstram que as emissões de NO<sub>x</sub> são maiores para o biodiesel, uma vez que a câmara de combustão do motor é projetada para a queima de um combustível de composição química distinta. Assim sendo, o aumento na emissão de NO<sub>x</sub> poderia ser resolvido através de ajustes na regulagem do ponto de injeção do motor ou, alternativamente pelo uso de conversores catalíticos, conforme utilizado em carros a gasolina. No segundo semestre de 2010, o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia e Normalização e Qualidade Ambiental) definiram padrões para produção, comercialização e uso de um aditivo para redução das emissões de NO<sub>x</sub> dos veículos do ciclo diesel, denominado ARLA 32 (Agente Redutor Líquido Automotivo). O uso desta solução aquosa de uréia será obrigatório nos veículos a diesel fabricados a partir de 2012. A tecnologia que já é utilizada na Europa reduzirá pelo menos 70% das emissões de NO<sub>x</sub>.

De acordo com pesquisa realizada pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (NAE), o incremento observado nas emissões de NO<sub>x</sub> é de 2 a 4% para o B20. Já em relação ao B5, as emissões de NO<sub>x</sub> aumentam em menos de 1% (Biodiesel BR, 2010). No Gráfico 4 e Tabela 1, podem ser observados o aumento e as reduções das emissões de poluentes em função do percentual da mistura:

Tabela 1: Emissões com B5, B20 e B100

Emissões (%)			
	B5	B20	B100
CO	-7	-15	-48
CO <sub>2</sub>	-7	-9,5	-78
HC	-5	-20	-67
MP	-8	-15	-47
SO <sub>x</sub>	-5	-20	-100
NO <sub>x</sub>	<1	2 a 4	10 a 20

Gráfico 4: Efeito do biodiesel sobre as emissões associadas ao diesel.



Fonte: Cadernos NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

Durante o processo de combustão do diesel de origem mineral, todo o CO<sub>2</sub> removido pelas plantas decompostas há milhões de anos (que contribuíram para a formação de combustíveis fósseis) é rapidamente retornado para a atmosfera, o que contribui para a intensificação do efeito estufa.

Diferentemente do que ocorre durante a combustão do diesel mineral, o CO<sub>2</sub> liberado na queima do biodiesel é reciclado por absorção durante o crescimento das oleaginosas através do processo de fotossíntese (fixação de carbono); ou seja, o carbono fixado pela fotossíntese compensa parte daquele liberado na atmosfera pelo processo de combustão. Desta forma, a produção do biodiesel faz parte de um processo cíclico natural que auxilia na minimização do efeito estufa, uma vez que há um equilíbrio entre a massa de carbono fixada e aquela liberada ou dispersa na atmosfera. Em outras palavras, trata-se de um combustível constituído de carbono neutro, caso não sejam consideradas as emissões em função dos processos de colheita de matéria prima, da aplicação de fertilizantes, do transporte, dentre outras atividades relativas à cadeia de produção do biodiesel.

A redução das emissões de gases poluentes é de extrema importância, pois o número de internações e de vítimas fatais em decorrência de doenças agravadas pela poluição no país é relativamente alto. Em estudo realizado pela faculdade de Medicina da USP, o Brasil registra cerca de 4 mil mortes por ano em função de doenças cardiovasculares ocasionadas pela poluição atmosférica.

Além disso, a relevância destas reduções também se baseia no fato dos poluentes atmosféricos decorrentes da combustão do diesel prejudicarem os cofres públicos do país. Apenas em 2009, o custo total das internações ocasionadas, no Brasil, por problemas cardiovasculares, ultrapassou R\$ 670 milhões (União Brasileira de Biodiesel, 2010).

## 3.4. Aspectos sociais

Um aspecto importante do uso de biodiesel refere-se ao apoio à agricultura familiar. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel busca alavancar a economia agrária dos pequenos produtores, criar melhores condições de vida em regiões mais carentes, dinamizar a agricultura e gerar emprego no setor primário, que no Brasil é de imensa importância para o desenvolvimento social. Com isso, contribui-se para evitar o êxodo do trabalhador do campo, reduzindo o inchaço das grandes cidades e seus efeitos nocivos para o planejamento regional e urbano.

Criado pelo Governo Federal, o Selo Combustível Social foi estabelecido no intuito de garantir distribuição de renda junto com o crescimento do mercado de biodiesel. As usinas produtoras deste biocombustível, para terem direito ao selo, necessitam assinar contratos de compra de matéria-prima com a agricultura familiar em um percentual mínimo, variável por estados, a fim de comprovar sua intenção de adquirir uma parte de toda a sua matéria-prima da agricultura de baixa renda (Anuário da Indústria do Biodiesel, 2010). Atualmente, 20% das oleaginosas utilizadas para produção do biodiesel são provenientes da agricultura familiar e 80% são provenientes das médias e grandes empresas (Guarany, 2011).

Com a criação do Selo Combustível Social, muitas famílias que vivem da agricultura passaram a vender matéria-prima para os produtores de biodiesel. O número de famílias beneficiadas atualmente é de aproximadamente 109 mil, no entanto, a meta inicial, estabelecida pelo PNPB era de beneficiar 200 mil famílias (Anuário da Indústria do Biodiesel, 2010).

Em 2008, foram movimentados R\$ 2,45 bilhões através dos leilões de compra de biodiesel organizados pelo governo federal. Deste valor, as aquisições de produtos da agricultura familiar pelas usinas alcançaram R\$ 276 milhões (11,2%). Já em 2009, foram movimentados R\$ 3,6 bilhões, sendo R\$ 677 milhões adquiridos da agricultura familiar (Biodiesel BR, 2010).

As usinas produtoras de biodiesel que compram o biocombustível da agricultura familiar possuem uma série de benefícios. O principal benefício é a redução dos impostos (Pis/ Pafep e Cofins) sobre o volume comprado. No restante da produção de biodiesel da unidade, os impostos incidentes não sofrem qualquer alteração.

Além disso, outro benefício – neste caso, o mais visado pelas usinas – é permissão para participação nos leilões de compra de biodiesel. Apenas os que possuem o Selo Combustível Social podem vender biodiesel no maior lote dos leilões promovidos pela ANP. Estes leilões são a principal forma de comercialização de biodiesel desde a criação do Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB. Os produtores que não participam da primeira etapa do leilão têm acesso a apenas 20% de todo o mercado obrigatório brasileiro (Anuário da Indústria de Biodiesel, 2010).

Outro benefício em possuir o Selo Combustível Social refere-se às melhores condições de financiamento por parte dos bancos públicos, como o BNDES e suas instituições financeiras credenciadas, o Banco da Amazônia S/A (BASA), o Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e o Banco do Brasil. Além disso, as usinas portadoras do selo recebem crédito diferenciado por parte destes bancos (Anuário da Indústria do Biodiesel, 2010).

Atualmente, dentre os 47 produtores, 30 possuem o selo social, cuja concessão tem validade de cinco anos. A cada três meses o produtor envia informações ao MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário) a respeito das matérias-primas adquiridas e, anualmente, sobre a assistência técnica ao trabalhador do campo. Perdem o certificado as empresas que tiverem cancelado o registro da Receita Federal e a autorização da ANP.

A produção industrial de biodiesel, assim como o cultivo das matérias-primas, ou seja, a cadeia produtiva, possui grande potencial de geração de empregos, promovendo a inclusão social, principalmente quando se considera o amplo potencial produtivo da agricultura familiar. No semi-árido, por exemplo, a renda anual líquida a partir do cultivo de cinco hectares com mamona e uma produção média entre 700 e 1,2 mil quilos por hectare, pode variar entre R\$ 2,5 mil e R\$ 3,5 mil. Além disso, a área pode ser consorciada com outras culturas, como o feijão e o milho (Portal do Biodiesel, 2010).

### 3.5. Aspectos técnicos

As gorduras animais ou vegetais utilizadas na produção do biodiesel consistem em produtos naturais formados por um grupo de compostos orgânicos, os ésteres, que são produzidos pela união de um álcool e ácidos graxos. A reação mais utilizada para a obtenção do biodiesel é a transesterificação, na qual o óleo é filtrado e então processado com materiais alcalinos para remover gorduras ácidas (Abreu, 2010).

O processo de transesterificação dos óleos vegetais é de extrema importância uma vez que permite melhorar a qualidade de ignição, reduzir o ponto de fluidez e também ajustar os índices de viscosidade e densidade específica do óleo. Este processo proporciona ao biodiesel propriedades bastante compatíveis às do óleo diesel tradicional (Ramos, 2006).

Durante o processo de transesterificação, o álcool da reação pode ser o etanol ou o metanol. A reação com o metanol é mais eficiente e gera produtos mais fáceis de serem separados. No entanto, como o metanol é obtido a partir de um combustível fóssil, o gás natural, pode-se dizer que o biodiesel obtido com o metanol não é 100% renovável. Enquanto que o biodiesel que utiliza etanol de cana-de-açúcar como reagente é totalmente renovável – ao menos, no ato da combustão (Damasceno, 2007).

As moléculas de óleos vegetais possuem glicerina em sua composição, e o uso destes óleos em motores sem qualquer modificação (in natura) pode ocasionar problemas de carbonização e depósitos nos bicos injetores, válvulas de admissão e escapamento, desgaste prematuro dos pistões, anéis de segmento e cilindros, diluição do óleo lubrificante, dificuldade de partida a frio, queima irregular, redução da eficiência térmica e odor desagradável nos gases de escapamento. Para minimização destes problemas, é necessária a reação de transesterificação do óleo vegetal para obtenção do biodiesel, que além de gerar este biocombustível, possui também a glicerina como produto. Em função disso, diversas pesquisas vêm sendo realizadas com vistas a buscar uma aplicação em escala para a glicerina. A Semove e seus parceiros institucionais não incentivam o uso de óleo vegetal “in natura”.

O biodiesel é um produto extremamente miscível, podendo ser misturado ao diesel derivado do petróleo em qualquer proporção. Quando puro, apresenta alto número de cetanos<sup>11</sup>, o que tende a melhorar a qualidade da queima da mistura com diesel convencional. Este combustível renovável apresenta uma série de vantagens do ponto de vista técnico. Dentre estas vantagens pode-se destacar a baixa concentração de enxofre<sup>12</sup>, redução do CO<sub>2</sub> no ciclo produção/ uso (vantagens também ambientais), densidade próxima à do

---

<sup>11</sup> O número de cetanos fornece a medida da qualidade da ignição do combustível baseada na demora que o combustível tem para iniciar a queima. Combustíveis com alto número de cetanos têm um atraso de ignição pequeno, que proporciona uma pequena quantidade de combustível injetada na câmara de combustão e pré-misturada ao ar antes do início da combustão. É uma característica de particular interesse dos fabricantes de motores. Número de cetanos ao redor de 46 é considerado aceitável. Apesar do biodiesel ter um bom número de cetanos, sua adição crescente, tende a reduzir este número. Vários fatores podem interagir contribuindo para a reversão desta tendência.

<sup>12</sup> O óleo diesel comum (fóssil) contém quantidades significativas de enxofre. O enxofre residual na câmara de combustão produz ácido sulfuroso e sulfúrico, que podem causar corrosão e desgaste do motor, além de catalisar a degradação do óleo lubrificante. Em relação a este fato, o biodiesel mostra-se vantajoso uma vez que possui baixa concentração de enxofre além de alta lubrificidade.

diesel e alta lubricidade<sup>13</sup>, que pode ser observada mesmo com baixas concentrações na mistura.

Outra vantagem deste biocombustível é que ele apresenta ponto de fulgor muito elevado (150° Celsius) que significa que o biodiesel apresenta um perigo de fogo muito baixo, inclusive em acidentes automobilísticos. O ponto de fulgor para o diesel fóssil, por exemplo, varia de 52° a 66° Celsius e o da gasolina chega abaixo de -40° Celsius (Silva, 2006).

Quanto à viscosidade do biodiesel, pelo fato da especificação brasileira permitir valores superiores em relação a este parâmetro, em comparação ao diesel comum, esta característica pode levar a problemas na correção dinâmica dos sistemas de injeção. Além disso, estudos demonstram que o uso do biodiesel possui maior poder de solvência do óleo lubrificante. Entretanto, análises indicam que o uso do biodiesel e suas misturas com óleo diesel comum não modificam a taxa de desgaste dos motores, enquanto outros demonstram até mesmo uma redução desta taxa (SILVA, 2006).

O ponto de entupimento de filtro a frio<sup>14</sup> é outra característica que deve ser avaliada, a fim de que sejam fornecidas condições de operação sob baixas temperaturas. Esta característica tende a se tornar desfavorável em locais frios, principalmente quando gordura animal é utilizada como matéria-prima, uma vez que a mesma tende a solubilizar em baixas temperaturas. Valores até -44° Celsius podem ser requeridos para utilização em regiões extremamente frias.

Em relação ao rendimento, o biodiesel puro apresenta 10% a menos de energia quando da sua combustão. Desta forma, pode ocorrer diferença de desempenho dos motores, que pode ser menor quanto maior for a quantidade deste biocombustível adicionada ao diesel derivado do petróleo (CNT, 2010).

A tabela 2, a seguir, apresenta resumidamente as vantagens e desvantagens socioambientais e técnicas do uso do biodiesel:

Tabela 2: Vantagens e desvantagens socioambientais e técnicas do uso do biodiesel

Vantagens	Desvantagens
Lubricidade alta	Estabilidade química e térmica baixas
Densidade próxima à do diesel	Viscosidade superior à do diesel
Maior número de cetanos	Alto ponto de entupimento de filtro a frio
Diminuição das emissões de MP, HC, CO e SO <sub>x</sub>	Rendimento 10% inferior
Redução das emissões de gases de efeito estufa (CO <sub>2</sub> )	Aumento das emissões de NO <sub>x</sub>
Renovável	Custo mais elevado
Quantidade inferior de enxofre	Maior higroscopicidade <sup>15</sup>
Renda para o produtor rural	Maior degradabilidade
Redução das importações de diesel	
Biodegradável	

<sup>13</sup> A alta lubricidade do biodiesel permite que este biocombustível desempenhe a função do enxofre, viabilizando a utilização de óleo diesel com menores teores deste elemento.

<sup>14</sup> O ponto de entupimento de filtro a frio refere-se à maior temperatura em que o combustível não flui por um filtro tela padronizado, ou leva mais de 60 segundos para passar pelo mesmo.

<sup>15</sup> Higroscopicidade: Tendência em absorver água. É válido salientar que o biodiesel sai da refinaria com no máximo 500 ppm de água. O óleo diesel pode absorver aproximadamente 50 ppm de água, enquanto o biodiesel pode absorver cerca de 1500 ppm. A água dissolvida pode afetar a estabilidade do combustível enquanto a água livre está fortemente associada à possibilidade de corrosão.

Com o objetivo de garantir qualidade ao biodiesel, de modo que ele seja aceito no mercado nacional e internacional, o Brasil aprimorou sua especificação, melhorando o nível técnico de sua produção e aproximando os seus parâmetros aos dos EUA e da Europa.

Através a Resolução nº 7/ 2008 da ANP, mudanças fundamentais foram determinadas. As principais modificações podem ser observadas na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3: Especificações técnicas Resolução ANP nº 7/2008

Parâmetros	Valores de referência
Presença de sódio e potássio/ cálcio e magnésio	5mg/kg
Etanol ou metanol	0,20%
Índice de acidez	0,50 mg KOH/g
Glicerol total	0,25%
Fósforo	10 mg/kg
Resíduo de carbono	0,05%
Teor de éster	96,50%
Contaminação total	24 mg/kg
Teor de água	500mg/kg
Enxofre total	50 mg/kg
Ponto de entupimento de filtro a frio	19° C
Massa específica a 20° C	850 a 900 kg/m <sup>3</sup>
Viscosidade cinemática a 40° C	3 a 6 mm <sup>2</sup> /s

Fonte: Anuário da Indústria do Biodiesel

### 3.5.1 – Qualidade do biodiesel

Aliados ao fato do biodiesel ser um combustível biodegradável com baixo teor de enxofre, alguns fatores contribuem para a contaminação microbiológica, tendo como conseqüência a biodeterioração. Além de veiculada através da água (condensação, limpeza dos tanques, presença de detritos), a contaminação microbiológica pode ser veiculada através do ar (poeira, alto índice de umidade) e através do próprio diesel da mistura, que pode conter tais contaminantes que provocam a perda de qualidade do combustível e formação de borra (também denominada como borra de natureza biótica ou biodepósitos). Desta forma, para que a biodeterioração ocorra, é necessário que no sistema de armazenamento existam microorganismos capazes de utilizar o diesel/ biodiesel como fonte de carbono e energia. (Bucker, 2009).

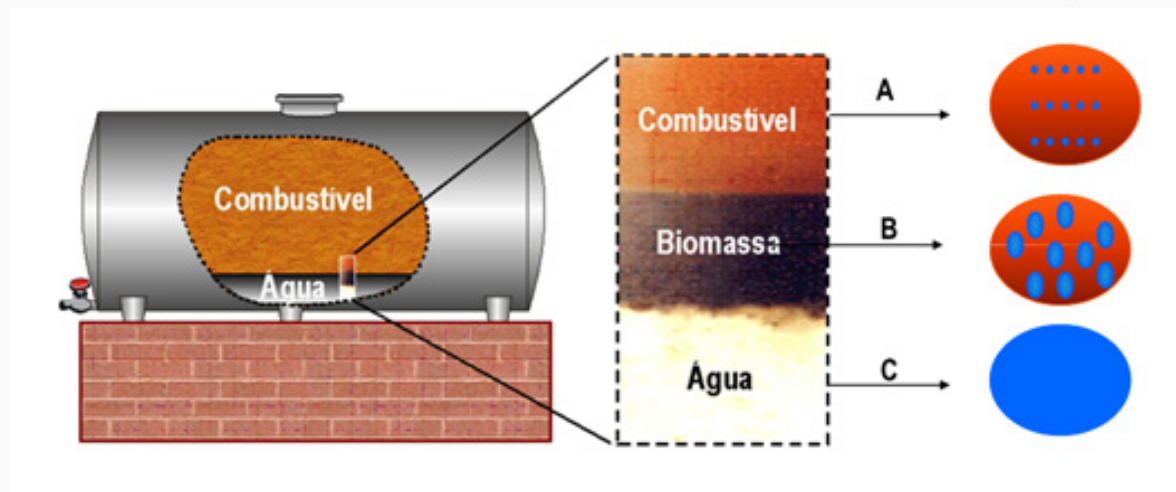
A presença de água (favorecida pela maior higroscopicidade do biodiesel) e nutrientes, aliados a concentrações específicas de oxigênio<sup>16</sup>, temperatura e pH ideais são fatores que possibilitam a proliferação dos microorganismos. A concentração de 1% de água, por exemplo, em um sistema de armazenamento é suficiente para permitir esta proliferação (Bucker, 2009).

A água em um sistema de armazenamento pode encontrar-se de três formas: dispersa no combustível (em forma de gotículas/ dissolvida), emulsionada na interface óleo-água ou livre (água de lastro) e, além de contribuir para o “acesso” e proliferação dos microorganismos nos tanques (degradação biótica),

<sup>16</sup> Os microorganismos podem ser tanto aeróbios (que sobrevivem na presença de oxigênio) quanto anaeróbios (que sobrevivem na ausência de oxigênio)

contribui também a sua oxidação e corrosividade (degradação abiótica). A formação de material aderente na interface óleo-água ocorre graças à ação de fungos, como *Aspergillus fumigatus* (ANP, 2010). Na Figura 7, a seguir, demonstra as três formas que a água pode ser encontrada em um sistema de armazenamento de combustível:

Figura 6: Presença de água em tanque.



Legenda: A – Água dispersa como microgotícula no combustível; B – Emulsão na interface óleo-água; C – Água de lastro/ Livre.

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2010.

O óleo diesel pode absorver aproximadamente 50 ppm de água, enquanto o biodiesel pode absorver cerca de 1500 ppm. No entanto, é importante destacar que o biodiesel sai das refinarias com no máximo 500 ppm de água (CNT, 2010), conforme especificações técnicas estabelecidas pela Resolução ANP nº 7/ 2008. A água em um sistema de armazenamento de combustível pode ser proveniente do transporte deste, das operações de carga e descarga, de sistemas impróprios de ventilação, vedação inadequada, ou através da condensação do vapor d'água. De acordo com Cavalcanti (2010), "um dos pontos mais críticos que favorece o acúmulo de água nos tanques é o processo de desodorização, quando o tanque dos caminhões é lavado para receber nova remessa da mistura e não devidamente secos". Depois de iniciado o processo de proliferação bacteriana, também é liberada água no sistema em função do metabolismo celular, contribuindo para o seu acúmulo (Bucker, 2009).

Enquanto a água dissolvida pode afetar a estabilidade do combustível, conforme citado anteriormente, a água livre está fortemente associada à possibilidade de corrosão. Além disso, o consumo de um combustível degradado também pode levar à corrosão dos tanques de armazenagem (ANP, 2010). Os danos causados pela corrosão são os principais causadores de falhas prematuras dos sistemas de injeção de combustível.

Em relação à corrosão causada pelo biodiesel, estudos realizados pela UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais) mostraram que este efeito é pequeno e lento, não havendo formação de ferrugem, nem variação de massa, nem perfuração do tanque de combustível e conseqüentemente, não prejudicando o uso do biodiesel. Neste estudo, foi utilizado aço carbono, o mais usado nos reservatórios de biodiesel e o tipo de aço mais simples. De acordo com os pesquisadores, se este tipo de material é capaz de resistir à corrosão, isto indica que materiais mais resistentes também resistirão (Biodiesel BR, 2010).

A estabilidade a oxidação é um importante parâmetro de qualidade a ser observado no biodiesel. De acordo com Cavalcanti, 2010, apesar das diversas vantagens apresentadas pelo biodiesel, este combustível



é extremamente instável. Quando estocado, o biodiesel pode ficar exposto a diversos fatores abióticos que contribuem para sua oxidação, como altas temperaturas, luminosidade, umidade, contato com impurezas, oxigênio, contato com determinados metais e/ ou contato com o ar atmosférico. Esta exposição pode potencializar reações com radicais livres, aumentando o processo de oxidação e inviabilizando seu uso. A alta suscetibilidade do biodiesel à oxidação, o que acarreta na formação de ácidos e peróxidos, é apontada como um dos principais gargalos que limita a sua ampla utilização.

O processo de oxidação do biodiesel é favorecido em função da sua composição química, devido à presença de ácidos graxos insaturados, como o ácido linoléico, linolênico, oléico, palmítico e esterático. Com o aumento da oxidação, ocorre também o aumento da viscosidade, o que leva a formação de sedimentos que podem contribuir para o entupimento de filtros e sistemas de injeção (Bucker, 2009).

Quando o processo de oxidação do biodiesel encontra-se em fase avançada, ocorre a formação de polímeros solúveis e insolúveis que, por sua vez formam depósitos e borras abióticas responsáveis por entupimentos e possíveis perdas (Cavalcanti, 2010). Desta forma, este biocombustível pode ser aditivado com compostos antioxidantes naturais ou artificiais (moléculas que sofrem a oxidação no lugar do componente a ser protegido), que reduzem sua taxa de degradação e mitigam os efeitos do processo de oxidação. Estudos feitos em 2010 com antioxidantes naturais derivados de alcatrão de *Eucalyptus sp.* demonstraram que os mesmos são eficazes na conservação de biodiesel (BiodieselBR, 2010).

Outro fator que pode contribuir para o aumento da formação de borras nos tanques de armazenamento de combustível é a propriedade detergente do biodiesel. A adição de biodiesel na mistura contribui para a dissolução de sedimentos de origem química do próprio diesel acumulados nos tanques. Entretanto, de acordo com Cavalcanti (2010), “o biodiesel não é o vilão. Ele simplesmente funciona como uma lente de aumento para problemas que sempre existiram”.

Em função das características do biodiesel citadas anteriormente, medidas de controle são recomendadas durante o seu transporte, recebimento e armazenamento, como drenagem periódica e limpeza dos tanques, filtragem do combustível, rinsagem<sup>17</sup> dos tanques para eliminação de água, descarte do biodiesel utilizado na rinsagem, limpeza e proteção dos bocais em mangueiras antes e após o enchimento, não utilização de conexões, válvulas, telas, filtros ou tubulação de cobre, chumbo, estanho, zinco, aço galvanizado, bronze ou latão, além de manter o tanque o mais cheio possível visando eliminar bolsões de ar (CNT, 2010).

De acordo com a ANP (2010), a ocorrência de borra em tanques de diesel/ biodiesel, que pode provocar entupimento de filtros, é decorrente da não observância das normas de manuseio adequado do produto. De acordo com esta agência, é consensual a importância de práticas adequadas de manuseio e armazenamento do combustível para garantia da qualidade. É usual o emprego do termo “tempo de prateleira” do biodiesel, que se refere ao tempo que este biocombustível estocado permanece de acordo com as especificações determinadas pela ANP. Produtores de biodiesel e distribuidoras alegam que o biocombustível obedece, de acordo com os rigores impostos, às especificações de qualidade e a norma de armazenamento e transporte vigente. De acordo com o Sindcom, problemas relacionados à qualidade têm sido identificados apenas no elo final da cadeia.

Uma das maiores preocupações dos que possuem sistema de armazenamento de combustível é manter a qualidade do produto final. Desta forma, todas as informações citadas nos parágrafos anteriores mostram a importância do cuidado no manuseio, transporte, recebimento e abastecimento do biodiesel, principalmente em função de suas características peculiares, como biodegradabilidade, estabilidade química, etc. Também é de extrema importância que o manuseio do biodiesel seja realizado de acordo

com a Norma ABNT NBR 15512/ 2008<sup>18</sup>. Além disso, de acordo com a coordenação da comissão técnica de biodiesel da Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA), “o aumento de biodiesel na mistura deve ser administrado com enorme cautela para se assegurar que o novo combustível seja física e quimicamente compatível com o mercado objetivo, de modo que não venha acompanhado de aumento de custos de manutenção do equipamento ao longo de sua vida útil”. Para o coordenador técnico da AEA, a quantidade máxima de biodiesel que pode ser introduzida no diesel comum atualmente é de 7%.

### 3.6. O preço do biodiesel

A aquisição do biodiesel ocorre através de leilões públicos<sup>19</sup> promovidos pelo governo federal. Estes leilões garantem que a compra e entrega deste biocombustível seja realizada em períodos especificados. A tabela 4 relaciona os leilões ocorridos ao preço do biodiesel, assim como o volume arrematado e data de realização. Já o gráfico 5 demonstra a variação do preço em função dos leilões. É importante destacar que, cada volume leiloadado é entregue cerca de dois meses depois, durante os 90 dias seguintes. O volume arrematado em novembro, no 20º leilão, por exemplo, foi entregue em janeiro, fevereiro e março de 2011.

Conforme pode ser observado na tabela 4 e no Gráfico 5, entre os 19º e 20º leilões, ocorridos em 2010, houve um aumento no preço do biodiesel de R\$ 1,7432 para R\$ 2,2967<sup>20</sup>. Este aumento refletiu também no preço do diesel entregue no primeiro trimestre de 2011, em função de se tratar do B5 (mistura 5% biodiesel e 95% diesel comum, estabelecida pela Lei Federal 11.097/ 2005). É importante ressaltar que, estes valores apresentados refletem os preços finais, uma vez que, a estes, se somam os impostos, frete, ágio acrescentado em função do releilão do combustível, lucro da distribuidora, dentre outros.

Tabela 4: Leilões e Variação do Preço do Médio do Biodiesel (R\$/ litro)

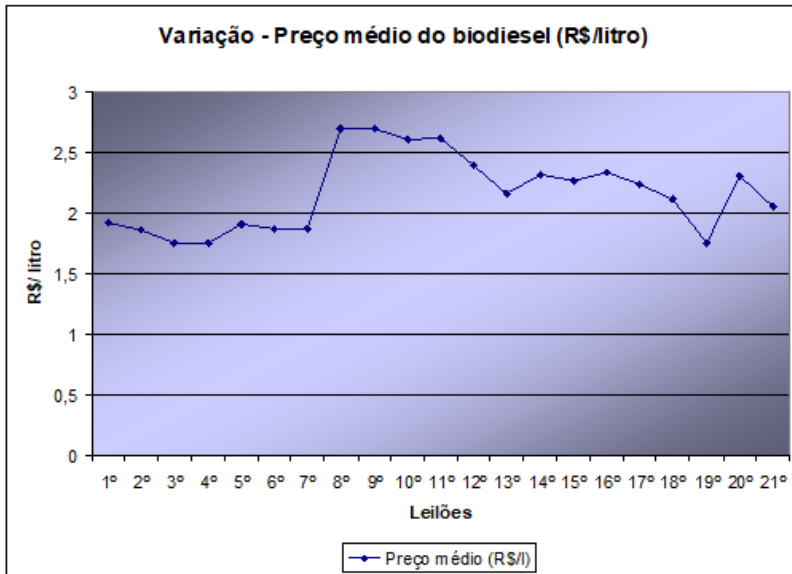
Leilões	Preço médio (R\$/l)	Volume arrematado (m3)	Data de realização
1º	1,911	48000	23/11/2005
2º	1,859	170000	30/3/2006
3º	1,746	550000	11 e 12/07/06
4º	1,746	550000	11 e 12/07/06
5º	1,90451	45000	14 e 15/02/07
6º	1,8671	304000	13 e 14/11/07
7º	1,8632	76000	13 e 14/11/07
8º	2,6905	259000	10/4/2008
9º	2,6852	66000	11/4/2008
10º	2,6046	264000	14/8/2008
11º	2,6097	66000	15/8/2008
12º	2,3878	330000	27/11/2008
13º	2,1552	315000	27/2/2009
14º	2,309	460000	29/5/2009
15º	2,266	460000	27/8/2009
16º	2,3265	575000	17/11/2009
17º	2,2367	565000	2/3/2010
18º	2,1056	600000	31/5/2010
19º	1,7432	615000	3/9/2010
20º	2,2967	600000	24/11/2010
21º	2,0462	660000	18/2/2011

<sup>18</sup> A norma 15512/ 2008 trata do armazenamento, transporte, abastecimento e controle da qualidade de biodiesel e/ou mistura de óleo diesel/ biodiesel

<sup>19</sup> O processo dos Leilões Públicos ocorre da seguinte forma: A ANP define o volume de biodiesel necessário para o cumprimento da exigência do percentual de biodiesel adicionado ao diesel para os próximos 3 meses. São arrematados das empresas com Selo Combustível Social, em um 1º leilão, os primeiros 80% do volume, sendo o restante leiloadado em pregão aberto. São aprovados para a 2ª fase os lotes com menor valor até o limite de 30% acima do volume alvo definido pela ANP. Na 2ª fase as usinas têm a oportunidade de fazer lances mais competitivos. Por fim, são arrematados os lotes com menos valor até o volume alvo, definindo os vencedores. Os leilões de biodiesel garantem o mercado e ajudam na regulação.

<sup>20</sup> Estes valores não se referem ao preço final do biodiesel, uma vez que não considera tributos, taxas, dentre outros.

Gráfico 5: Variação do preço médio do biodiesel (R\$/ litro)

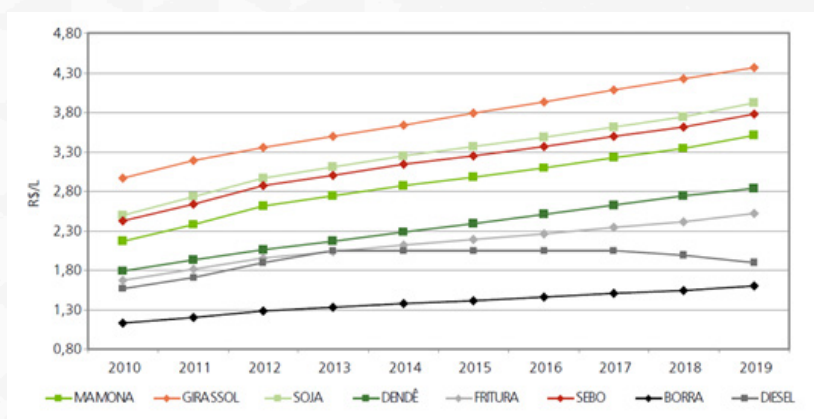


Fonte: ANP e Biodiesel BR

Ao contrário da capacidade instalada no país para produção de biodiesel, o preço da matéria-prima será um fator limitante para a expansão do uso deste biocombustível. De acordo com a Agência Internacional de Energia, a matéria-prima representa entre 85% a 92% do custo total do biodiesel, enquanto os custos de conversão estão entre 8% e 15%, nas plantas industriais de grande escala e entre 25% e 40% nas plantas industriais de pequena escala. Uma solução apontada para a redução do custo da matéria prima é a redução da dependência da soja e investimento em outras, transferindo ao campo conquistas tecnológicas consolidadas – mamona, palma, girassol, amendoim, canola.

De acordo com relatório elaborado pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), dentre os insumos cultivados para produção do biodiesel, a mamona e o dendê são os que proporcionariam preços mais próximos do diesel fóssil, seguidos pela soja. Já o girassol é apontado como o insumo que terá o preço mais elevado para a produção do biocombustível. No entanto, a soja continuará sendo a principal matéria-prima utilizada para produção do biodiesel na próxima década. O Gráfico 6 contrapõe as estimativas de preço de biodiesel de diversos insumos e a projeção de preço médio do diesel fóssil no período de 2010 a 2019.

Gráfico 6: Projeção do preço do diesel e preço mínimo de biodiesel – 2010 a 2019 - em função do insumo utilizado.



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - EPE

Uma das condições mais importantes para o aumento do percentual de biodiesel na mistura é a viabilidade econômico-financeira, que é fortemente influenciada pelo preço dos insumos utilizados, conforme citado anteriormente. Os altos preços das matérias-primas utilizadas para produção de biodiesel e a expectativa de manutenção deste patamar no curto e médio prazos, associados à previsão da redução do preço do diesel derivado do petróleo desestimulam o uso deste biocombustível em um percentual superior ao mandatário (5%) e reduzem sua competitividade.

De acordo com o Coordenação da Comissão Executiva Interministerial de Biodiesel, “Governo e produtores no Brasil reconhecem que a soja não é a mais apropriada em termos de rendimento de óleo por hectare cultivado, porém é a matéria-prima disponível em grande quantidade. Este é o maior gargalo para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel: diversificar a disponibilidade de matérias-primas oleaginosas tornando-as economicamente viáveis para a produção de biodiesel. Para ampliar o consumo de biodiesel além da mistura obrigatória (5%), serão necessárias economias de escala e escopo que aproximemos preços relativos do biodiesel com o do diesel fóssil e a continuidade dos programas de testes veiculares com percentuais superiores de mistura, valiosa contribuição para o Programa.”

### 3.7. Biodiesel e crédito de carbono

Estabelecido em 1997, o Protocolo de Kyoto determinou que, no período de 2008 a 2012, os países do Anexo I (desenvolvidos) devem reduzir em 5% suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) para a atmosfera com base nos níveis monitorados em 1990. Apesar de não haver obrigatoriedade destas reduções para os países em desenvolvimento, como o Brasil, os mesmos podem contribuir através de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e gerar créditos de carbono a serem comercializados com países do Anexo I.

Os créditos de carbono são gerados pela implantação de projetos que reduzem as emissões de gases de efeito estufa, como eficiência energética, substituição de combustíveis fósseis (ex: diesel) por combustíveis renováveis (ex: biodiesel) ou através de projetos de sequestro de CO<sub>2</sub>, como reflorestamento.

Para que um projeto seja considerado elegível no âmbito do MDL, é necessário que o mesmo obedeça a determinados critérios e requisitos formais estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto e Acordos de Marrakesh. De acordo com um dos critérios, é indispensável que haja a aprovação do país onde as ações forem implementadas e que o projeto contribua para o desenvolvimento sustentável do mesmo. A voluntariedade é outro requisito a ser atendido. Desta forma, um projeto de MDL não será elegível se suas atividades forem de origem compulsória como, por exemplo, imposta por lei, política governamental ou decorrente de decisões judiciais, exigências ou acordos com entidades da administração pública ou com o Ministério Público, reflorestamentos de áreas de preservação permanente (APP), reserva legal, dentre outras áreas protegidas pela legislação (Fernandes, 2007).

Conforme citado anteriormente, a Lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005 estabeleceu um consumo compulsório de biodiesel a partir de 2008, no percentual mínimo de 2% ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, chegando a 3% em julho de 2008, 4% em julho de 2009, até atingir 5% em 2010.

O estabelecimento desta lei inviabiliza a possibilidade de que tais programas governamentais ou setoriais se candidatem aos benefícios do MDL. Decidindo pela obrigatoriedade, a característica de voluntariedade foi extinta, impedindo a obtenção de créditos.

No mesmo ano da criação da Lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005, durante a Conferência das Partes, em Montreal, Canadá, foi estabelecido que, caso os programas governamentais fossem implantados com o intuito de reduzir as emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa, os projetos nele contidos poderiam solicitar os créditos (Damasceno, 2007). Entretanto, a Lei 11.097 de 2005 não citou este benefício ambiental como uma de suas motivações. Desta forma, impossibilita que os 5% consumidos em seu atendimento sejam candidatáveis.

Para que projetos relacionados ao consumo de biodiesel possam se candidatar como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, é necessário que haja um consumo superior ao teor obrigatório, ou seja, acima do percentual estabelecido pela legislação. Em relação ao B20, como não há regulamentação estabelecendo seu consumo compulsório atualmente, sua utilização pode ser caracterizada dentro dos critérios da voluntariedade, o que possibilita a elegibilidade dos projetos relacionados.

Outro critério a ser atendido é o da adicionalidade. De acordo com este critério, para ser elegível como um MDL, um projeto deverá resultar em volumes de emissões de gases de efeito estufa inferiores às que seriam lançadas em sua ausência, ou seja, os cenários de referência, também conhecidos como linhas de base, devem ser estabelecidos para garantir uma mensuração dos benefícios reais das atividades do projeto (Fernandes, 2007). Assim sendo, apenas projetos que possuem emissões mensuráveis são passíveis à qualificação para o MDL, uma vez que os Certificados de Redução de Emissões (RCE's) são provenientes da diferença das emissões entre o cenário de referência e o cenário do projeto (Fernandes, 2007). Desta forma, as aproximações, metodologias, parâmetros, fonte de dados, fatores de adicionalidade e as incertezas devem ser estabelecidas da forma mais transparente possível (Fernandes, 2007).

É também necessário que a atividade do projeto propicie benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo, para a mitigação da mudança climática, o que se relaciona com os conceitos de adicionalidade e linhas de base, citados anteriormente, uma vez que viabilizarão a medição dos benefícios auferidos exclusivamente pelo projeto (Fernandes, 2007).

### **3.8. Desafios, problemas e oportunidades**

De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia, aprovado pelo Ministério de Minas e Energia em 29 de novembro de 2010, não há previsão de aumento no percentual da mistura para a próxima década. O principal motivo é que as projeções indicam que o preço das matérias-primas cultivadas continuará com tendência de alta, refletindo em preço superior do biodiesel em relação ao diesel fóssil. A solução que estudiosos apontam para esta questão é a pesquisa e desenvolvimento de matérias-primas alternativas à soja, que possui alto custo e, atualmente, é utilizada para produção de 78,3% do biodiesel no Brasil.

Outro desafio significativo para a indústria do biodiesel é a aprovação da indústria automobilística para utilização de misturas com percentuais elevados de biodiesel ou mesmo o B100. Isto se dá principalmente pelos possíveis problemas, citados em “aspectos técnicos” que podem vir a ocorrer por conta do uso do biocombustível. A indústria automobilística possui o poder de influenciar os valores do percentual da mistura, e conforme citado anteriormente, para Coordenação da Comissão Executiva Interministerial de Biodiesel, “a continuidade dos programas de testes veiculares com percentuais superiores de mistura é uma valiosa contribuição para o Programa.”

Apesar destes desafios, algumas oportunidades podem ser contempladas. O parque industrial nacional, por exemplo, encontra-se desenvolvido a ponto de apresentar uma capacidade de produção que poderia

atender a meta B10 imediatamente. Caso o B10 fosse adotado somente de janeiro a junho de 2010, a economia gerada em função da diminuição das importações, estaria por volta de US\$ 2,2 bilhões. Além disso, poderiam ser obtidos US\$ 1 bilhão com créditos de carbono e economizados R\$ 670 milhões em função do número de internações por problemas cardiovasculares evitadas (Guarany, 2011).

Nos últimos 5 anos, R\$ 4 bilhões foram investidos na indústria do biodiesel criando 1,3 milhão de empregos. Caso a trajetória de adoção do B20 até 2020 seja adotada, poderão ser criados cerca de 531.000 empregos diretos e 6 milhões de ocupações indiretas. Ainda na perspectiva de adoção de 20% de mistura no diesel, o país poderá exportar por volta de 28 milhões de toneladas de farelo de soja, o que possibilita a obtenção de uma receita de US\$ 8,4 bilhões (UBRABIO, 2010).

Do ponto de vista social, considerando a saúde da população, é estimada uma redução de 77 mil internações por problemas respiratórios relacionados à combustão do diesel fóssil em 2020 - ano previsto para a utilização obrigatória do B20. Conseqüentemente, há previsão de que serão evitadas cerca de 11 mil mortes por ano (UBRABIO, 2010).

Com a adoção do B20 nas grandes cidades brasileiras, a estimativa é que se tenha uma redução de cerca de 20% na emissão de hidrocarbonetos e mais de 15% do material particulado e 9,5% de dióxido de carbono, de acordo com dados do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República e Biodiesel BR (2010). Além disso, o uso do B100 pode reduzir em até 78% as emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) (Tabela1).

Em função das oportunidades elencadas, Projetos de Lei (PL) diversos tramitam no Congresso Nacional a favor do aumento do percentual do biodiesel no diesel fóssil. Desde fevereiro de 2011, a Câmara dos Deputados começou a desarquivar os projetos que haviam sido arquivados no final da legislatura.

Dentre estes projetos encontra-se o chamado “Biodiesel Metropolitano – B20” (Projeto de Lei 5587/2009). De acordo com este projeto de lei, dois índices de mistura seriam considerados: um para as regiões metropolitanas e o convencional, regulamentado pela Lei 11097/2005.

Este projeto de lei prevê a utilização de 20% de biodiesel adicionado ao diesel convencional como percentual mínimo. Sua justificativa baseia-se no fato de que a inclusão do B20 na matriz energética brasileira poderá contribuir para a redução do alto índice de poluição nas regiões metropolitanas causada principalmente pela combustão de veículos que utilizam o diesel derivado do petróleo em seus motores.

Outro projeto de lei, PL 5587/2009, atualmente, tramita apensado ao PL 204/2007, o qual propõe um aumento progressivo de dois pontos percentuais/ano de biodiesel na mistura obrigatória até chegar ao B20 em 2018.

Além do projeto de lei 5587/2009 (B20 Metropolitano), os projetos de lei 1091/2007 e 2811/2008 também se encontram apensados ao PL 204/2007. O PL 1091/2007 faculta ao Conselho Nacional de Política Energética a determinação de variações regionais no nível da mistura biodiesel/diesel. Já o PL 2811/2008 quer tornar obrigatório o uso do B15 no ano de 2015.

Outro projeto de lei que volta a ser debatido pelos parlamentares é o PL 3336/2008. Este projeto incentiva o consumo de biodiesel pelas cooperativas e por produtores rurais produzido em suas instalações.

Além deste, o PL 6942/2010, prevê a utilização de biodiesel puro nos automóveis – o B100. De acordo com este projeto, a utilização do B100 contribuirá de forma significativa para a preservação do meio ambiente, em especial ao que se refere ao aquecimento global, além de estimular a produção agrícola.

Capítulo 04

# Dimensionamento do programa biodiesel B20

semove

**D**esde janeiro de 2008, data anterior ao início do Projeto “Biodiesel B20 Experimental - O Rio de Janeiro Anda na Frente”, vigora a Resolução ANP 02/ 2008, que sujeita à autorização a utilização de biodiesel e de suas misturas com diesel, em teores diversos do autorizado pela legislação vigente, destinados ao uso específico. Desta forma, a ANP, a fim de viabilizar a utilização do Biodiesel B20 neste projeto, autorizou, através da Resolução ANP 438 de 17 de setembro de 2009, o uso específico deste biocombustível no município do Rio de Janeiro em 15 ônibus urbanos da frota cativa de 3 empresas. De acordo com esta Resolução, o consumo semestral de Biodiesel B20 não pode exceder a 240.000 litros. Uma cópia desta autorização pode ser observada no Anexo I.

Para a antecipação do uso do Biodiesel B20, foram também necessárias autorizações por parte das montadoras de veículos e motores, a Mercedes Benz e Volkswagen Caminhões e Ônibus - MAN, principais fornecedoras de chassis para o setor de transporte coletivo do país. É imprescindível destacar que esta parceria foi essencial para o sucesso do projeto. A autorização por parte da Mercedes Benz pode ser observada no Anexo II, onde é ratificado o compromisso de manutenção das condições de garantia para 10 veículos movidos a Biodiesel B20 (5 pertencentes à Rodoviária A. Matias e 5 pertencentes à Empresa Viação Ideal). Já no Anexo III, encontra-se a autorização da Volkswagen Caminhões e Ônibus - MAN, onde é autorizado o uso do B20 em caráter experimental em 5 ônibus da Real Auto Ônibus.

Além da Mercedes Bens e Volkswagen Caminhões e Ônibus (MAN) e parceria com o Governo do Estado, a Semove contou com outros parceiros institucionais, a saber, Shell, Ipiranga, e BR Distribuidora, conforme detalhes a serem apresentados posteriormente. O Programa contou também com autorização do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), conforme Anexo IV.



Capítulo 05

# Metodologia

semove

O Projeto Experimental Biodiesel B20 foi realizado na cidade do Rio de Janeiro com 14 ônibus pertencentes a 3 empresas<sup>21</sup> filiadas ao sistema Semove, a saber: Real Auto Ônibus S/A, Viação Ideal S/A, Rodoviária A. Matias S/A. Além destes 14 ônibus abastecidos com B20, as empresas disponibilizaram outros veículos (6 ônibus na Empresa Real, 5 na Empresa Matias e 5 na empresa Ideal) para serem abastecidos com diesel derivado do petróleo, denominados “veículos sombra”, formando assim um grupo controle do experimento. Tais ônibus pertenciam à mesma linha (realizavam o mesmo trajeto) para que fosse possível realizar uma comparação entre os mesmos.

Os dados referentes tanto à utilização do B20 quanto à utilização do diesel fóssil foram avaliados em um período de 12 meses nas empresas Real Auto Ônibus S/A e Viação Ideal S/A, enquanto na Rodoviária A. Matias S/A, esta avaliação ocorreu em um período de 14 meses, em função da disponibilidade de recursos e apoios técnico do Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes). Foi avaliado o rendimento do combustível (medido em km/l), assim como foram mensurados os níveis de opacidade (emissão de fumaça preta). Além disso, foi realizada a análise do óleo lubrificante utilizado nestes veículos a fim de observar possíveis influências do B20 no mesmo. Esta análise de lubrificante foi feita através de parceria com Cenpes/ Petrobras, Shell e Ipiranga. Além disso, foi feita parceria com a Volkswagen Caminhões e Ônibus (MAN) e com a Mercedes Benz para avaliação mecânica dos motores dos veículos envolvidos no projeto<sup>22</sup>.

O acompanhamento da autonomia dos veículos (km/l) foi realizado no intuito de identificar possíveis variações significativas em função do abastecimento com B20. Foi mensurado o volume total (litros) de combustível (biodiesel B20 e diesel comum) consumido durante os 12 meses do projeto. Também foi mensurada a quilometragem total percorrida.

Em relação à medição dos níveis de emissão de fumaça preta, objetivou-se identificar possíveis reduções da opacidade. De acordo com a literatura, uma redução nos níveis de opacidade é esperada quando do acréscimo de biodiesel ao diesel fóssil.

A média de opacidade total foi identificada para cada empresa de transporte de ônibus durante o período de uso do B20 (12 meses). Esta média geral foi comparada com a média de opacidade destes mesmos ônibus antes e depois do uso do B20 em um período de dois meses, quando os veículos foram abastecidos novamente com B5 – percentual atualmente exigido através da Lei Federal 11.097 de 2005.

Além disso, foi feita uma análise da variação da opacidade separadamente para cada empresa e para cada veículo. Desta forma, os dados de opacidade foram classificados de acordo com os seguintes critérios:

- a) Identificação da empresa;
- b) Identificação do veículo;
- c) Média de Opacidade inicial, com o uso do biodiesel B20 - Oi;
- d) Média de Opacidade final, com aplicação do Biodiesel B5 - Of;
- e) Variação do índice de Opacidade para cada veículo - Vio.

$$\text{Vio} = 100 - [(Of \times 100)/Oi] \quad [\%]$$

<sup>21</sup> Os veículos da Real Auto Ônibus, no período de dezembro de 2009 a maio de 2010 percorreram o trajeto da linha 2016. Ao todo, foram 6 carros sombra e 4 B20. Porém, em função do comprometimento da logística de abastecimento, de junho a novembro de 2010, os veículos percorreram o trajeto da linha 2011 e foram utilizados 4 veículos abastecidos com B20 e 2 veículos abastecidos com diesel comum (veículos sombra).

<sup>22</sup> Os efeitos diversos assim como as variáveis independentes correlacionadas ao consumo de combustível por parte destes veículos, tais como condições de tráfego, condições climáticas, dentre outros não foram avaliados uma vez que o monitoramento destas variáveis é de extrema complexidade, mesmo que significativos.

- Os valores de  $Vio < zero$  indicam que o veículo diminuiu a emissão de material particulado com o uso do biodiesel B20;
- Os valores de  $Vio > zero$  indicam que o veículo aumentou a emissão de material particulado com o uso do biodiesel B20.

Somente foram considerados valores de  $Vio$  correspondentes a  $-50\% \leq Vio \leq 50\%$ , onde:

- Valores de  $Vio < -50\%$  indicam presença de falha ou desregulagem do motor;
- Valores de  $Vio > 50\%$  não são plausíveis e/ ou o veículo pode ter passado por reparos.

Desta forma, pudemos avaliar o efeito do uso do B20 quanto aos níveis de emissão de fumaça preta (opacidade). É válido ressaltar que a literatura aponta que o uso do biodiesel reduz os níveis de opacidade emitidos em função da redução do lançamento de material particulado na atmosfera.

Capítulo 06

# Resultados

semove

## 6.1. Avaliação dos níveis de opacidade

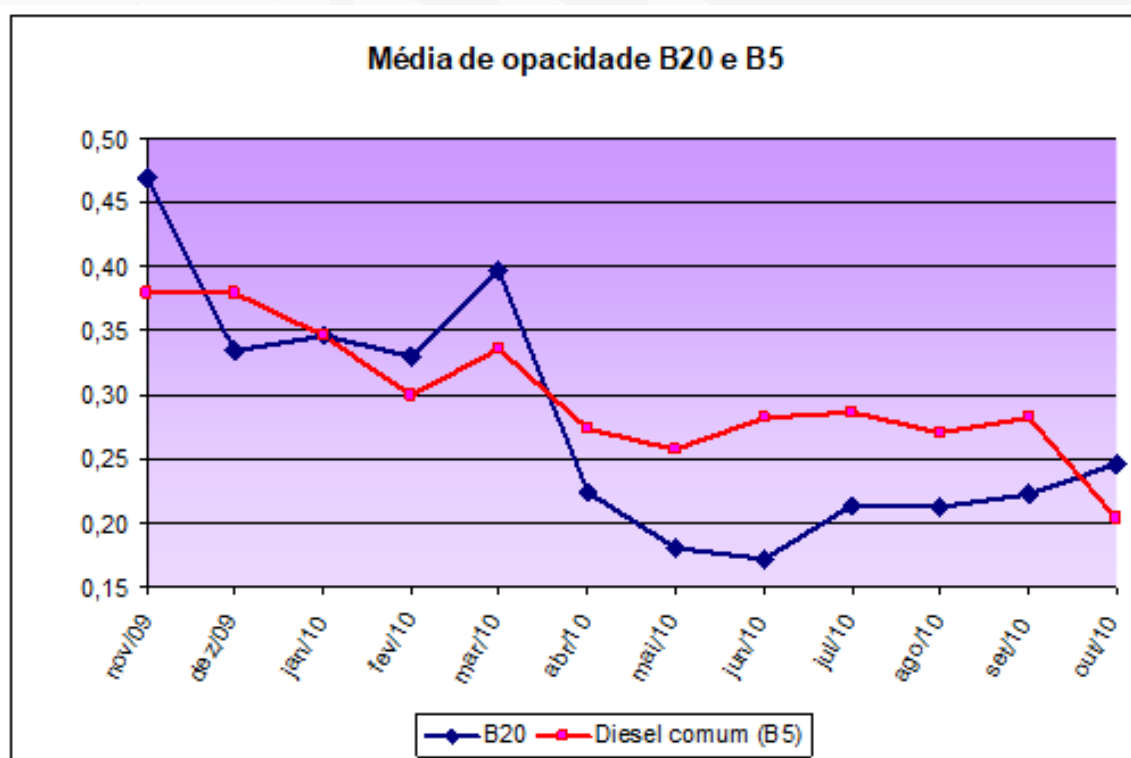
A medição de opacidade é utilizada em programas de inspeção e manutenção de veículos em uso, tendo como um de seus objetivos identificar alterações que possam causar aumento da emissão de poluentes. Estas medições de opacidade foram realizadas nos veículos envolvidos no Programa Biodiesel B20 através de equipamento denominado opacímetro. Este equipamento avalia o nível de fumaça preta lançada na atmosfera, sendo um indicador do estado e conservação dos veículos a diesel, da eficiência da queima do combustível e do desempenho ambiental de um combustível de ciclo diesel. É importante destacar que o opacímetro utilizado neste projeto foi homologado pelo INMETRO e utilizado em conformidade com os critérios estabelecidos pela NBR 13037/ 2001.

Os programas de monitoramento dos níveis de emissão de opacidade baseiam-se em algumas resoluções Conama, como a Resolução 418/ 2009 e Resolução 16/95. A seguir são mostrados os resultados da análise da variação da opacidade separadamente para cada empresa e para cada veículo:

### 6.1.1. Viação Ideal S/A

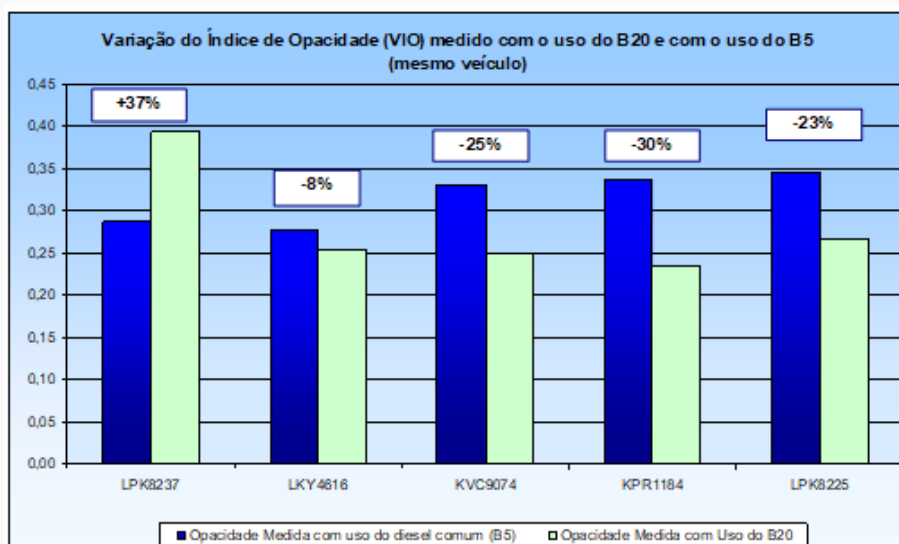
Conforme pode ser observado no Gráfico 7, a seguir, houve uma variação na média de opacidade dos veículos da Viação Ideal S/A movidos a B20 e veículos movidos a B5. Entre abril de 2010 e meados de setembro de 2010, é possível observar que a média de opacidade mensurada nos veículos movidos a B20 foi inferior em relação à média dos veículos movidos a B5 (veículos sombra).

Gráfico 7: Média de opacidade dos veículos movidos a B20 e movidos a B5 (veículos sombra)- Viação Ideal S/A.



No Gráfico 8, é mostrada, por veículo, a variação do índice de opacidade medido com o uso do B20 nos 12 meses de projeto e com B5, em período posterior (mesmo veículo). Como pode ser observado, em um dos veículos, o índice de opacidade aumentou com o uso do B20, enquanto nos outros quatro veículos, o índice de opacidade diminuiu durante o abastecimento com biodiesel B20.

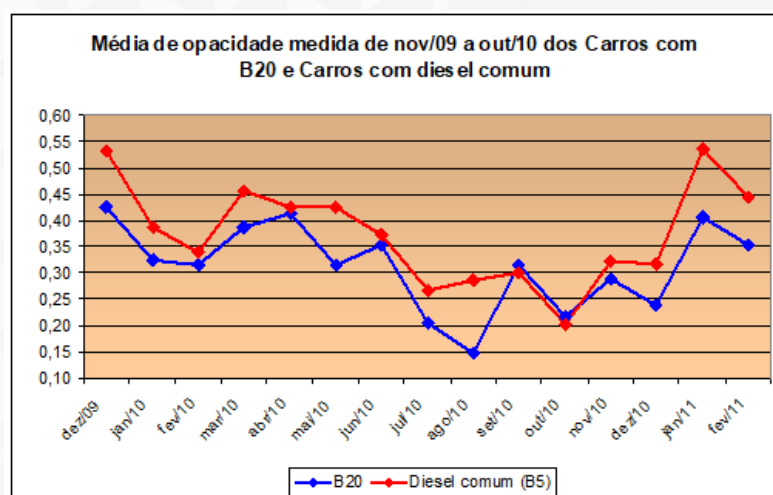
Gráfico 8: Variação do Índice de Opacidade (VIO) mensurado com o uso do B20 e com o uso do B5 (mesmo veículos) – Viação Ideal S/A.



## 6.1.2. Rodoviária A. Matias S/A

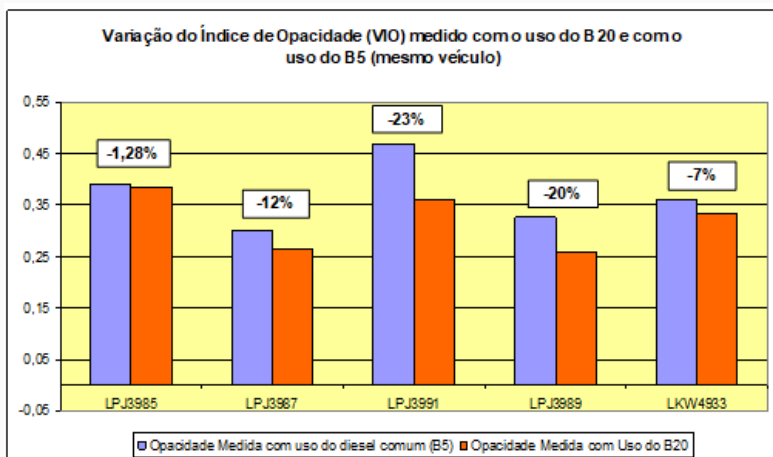
De acordo com Gráfico 9, houve uma variação na média de opacidade dos veículos da Rodoviária A. Matias S/A movidos a B20 e veículos movidos a B5 (sombra). Entre os meses de dezembro de 2009 e meados de setembro de 2010 e novembro de 2010 até o fim do projeto (fevereiro de 2011), os níveis de opacidade medidos com o uso do B20 foi inferior em relação aos níveis medidos para os veículos movidos a B5.

Gráfico 9: Média de opacidade dos veículos movidos a B20 e veículos movidos a B5 – Rodoviária A. Matias S/A.



Já o Gráfico 10 demonstra, por veículo, a variação do índice de opacidade medido com o uso do B20 nos 14 meses de projeto e com B5, em período posterior ao projeto. Neste gráfico, é possível observar uma redução nos níveis de opacidade em todos os veículos durante o período em que os mesmos foram abastecidos com B20.

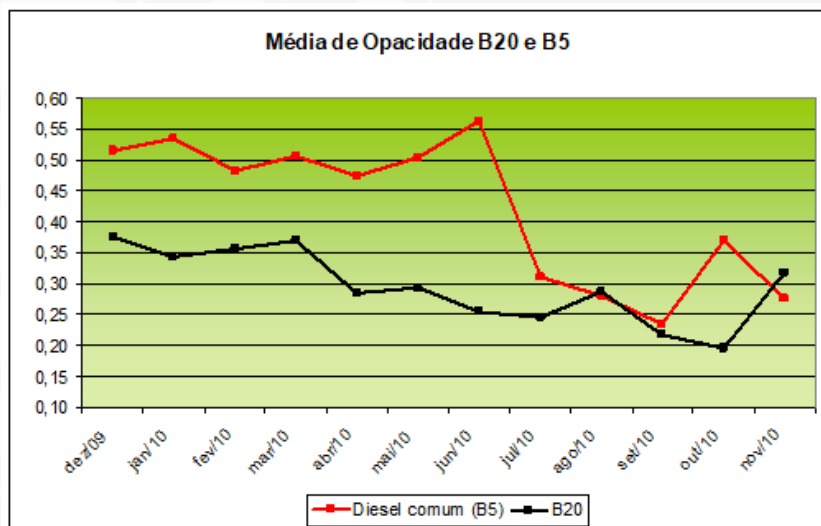
Gráfico 10: Variação do Índice de Opacidade (VIO) mensurado com o uso do B20 e com o uso do B5 (mesmos veículos) – Rodoviária A. Matias S/A.



### 6.1.3. Real Auto Ônibus S/A

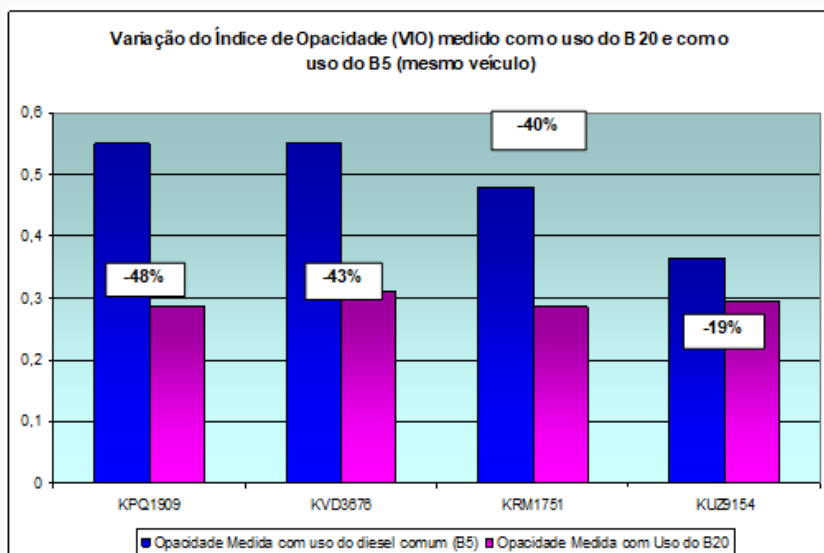
De acordo com o Gráfico 11, é possível observar os níveis de opacidade medidos nos veículos da Real Auto Ônibus S/A. No período de dezembro de 2009 a meados de julho de 2010, e entre setembro de 2010 a novembro deste mesmo ano, a média de opacidade emitida pelos veículos movidos a B20 foi inferior à média de opacidade dos veículos abastecidos com diesel comum (veículos sombra).

Gráfico 11: Média de opacidade dos veículos movidos a B20 e veículos movidos a B5 – Real Auto Ônibus S/A.



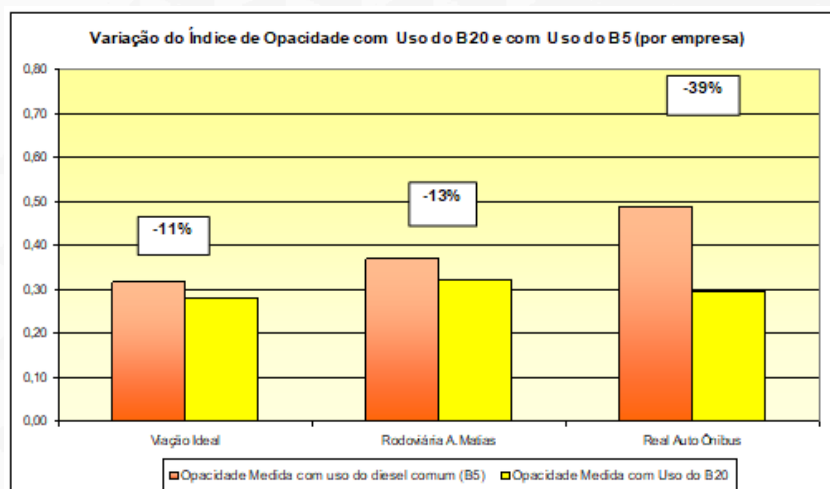
No Gráfico 12, é mostrada a variação do índice de opacidade mensurado com o uso do B20 durante os 12 meses do projeto e com o uso do B5, em período posterior. Como pode ser observado, houve uma redução nos níveis de opacidade em todos os 4 carros avaliados.

Gráfico 12: Variação do Índice de Opacidade (VIO) mensurado com o uso do B20 e com o uso do B5 (mesmos veículos) – Real Auto Ônibus S/A.



O Gráfico 13 apresenta uma avaliação consolidada dos níveis de opacidade mensurados com o uso do diesel comum (B5) e B20 por empresa. Conforme pode ser observado, houve uma redução de 11% nos níveis de opacidade emitidos pela Viação Ideal, 13% na Rodoviária A. Matias e 39% na Real Auto Ônibus.

Gráfico 13: Variação Do Índice de Opacidade com Uso do B20 e com Uso do B5 (por empresa).



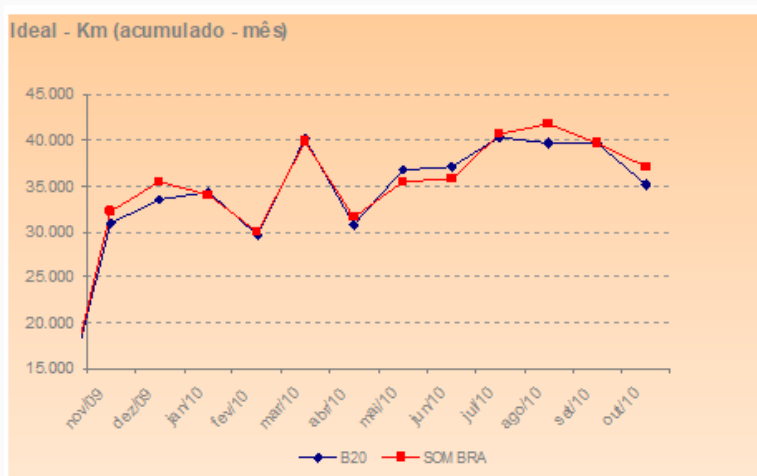


## 6.2. Avaliação dos níveis de consumo

### 6.2.1. Viação Ideal S/A

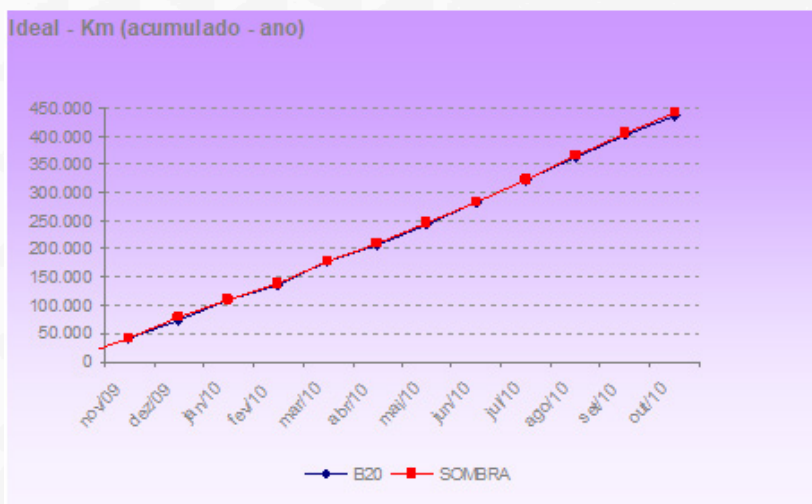
O Gráfico 14 apresenta a quilometragem mensal percorrida pelos veículos abastecidos com B20 e pelos veículos abastecidos com diesel comum (veículos sombra) da Viação Ideal S/A. É importante ressaltar que a quilometragem percorrida foi similar para ambos em função destes terem percorrido a mesma linha, conforme citado anteriormente.

Gráfico 14: Quilometragem percorrida pelos veículos abastecidos com B20 e veículos sombra – Viação Ideal S/A.



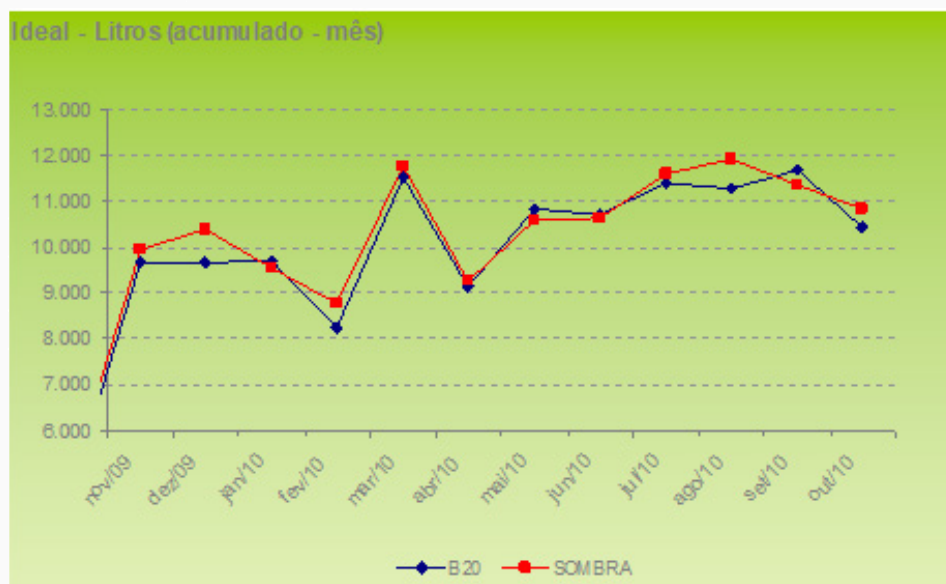
A quilometragem total percorrida durante os 12 meses pelos veículos da Viação Ideal S/A abastecidos com B20 foi de 437.993, enquanto a quilometragem total dos veículos sombra foi igual a 443.469, conforme pode ser observado no Gráfico 15, a seguir:

Gráfico 15: Quilometragem total percorrida ao longo de 12 meses – Viação Ideal S/A.



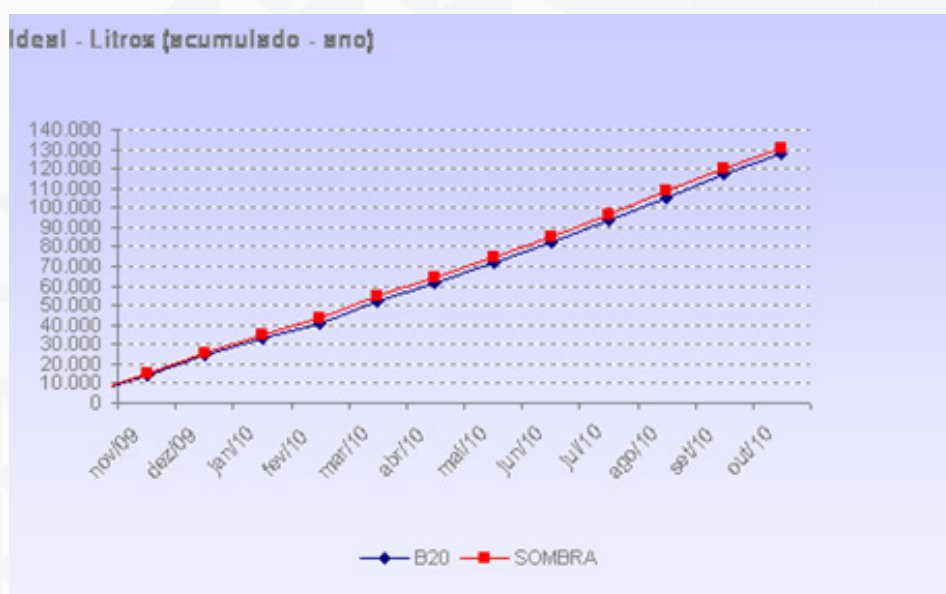
O Gráfico 16 apresenta o volume de combustível consumido mensalmente tanto pelos veículos abastecidos com B20 quanto pelos veículos abastecidos com diesel comum. É importante observar que o volume consumido foi similar para cada grupo de veículos (B20 e sombra).

**Gráfico 16: Volume de combustível consumido pelos veículos abastecidos com B20 e veículos sombra – Viação Ideal S/A.**



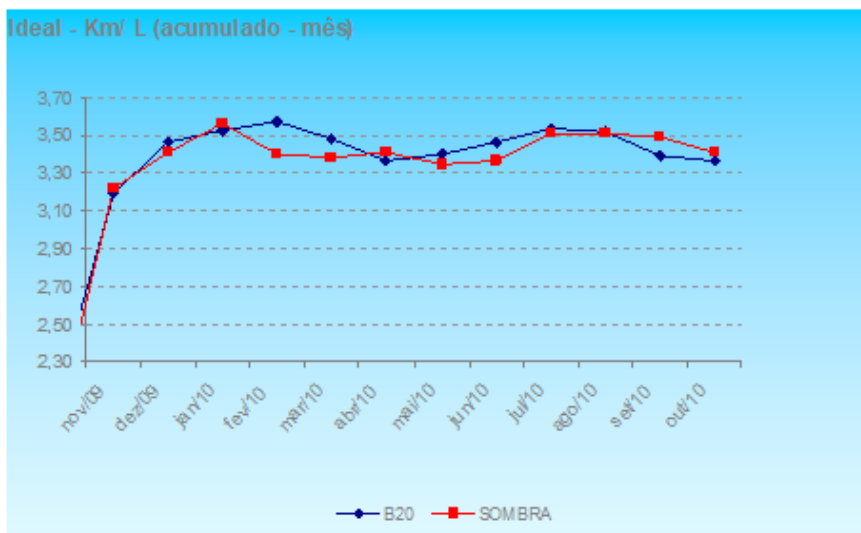
O volume total de combustível consumido durante o período do projeto (12 meses) foi de 129.094 litros para os veículos abastecidos com B20 e de 131.753 litros para veículos abastecidos com diesel comum (Gráfico 17).

**Gráfico 17: Volume total de litros consumido ao longo de 12 meses.**



O Gráfico 18 mostra o rendimento médio, em km/l, de combustível. O consumo médio mensal para veículos abastecidos com B20 foi de 3,39 km/l e para veículos abastecidos com diesel comum o rendimento foi igual a 3,37 km/l. É importante ressaltar que o rendimento, em km/l, do B20 é ligeiramente superior ao rendimento do diesel comum.

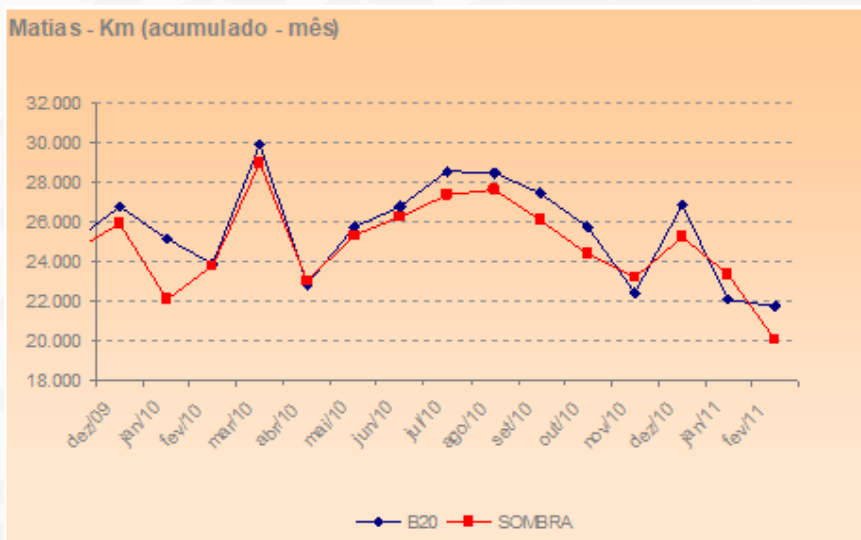
Gráfico 18: Rendimento (em km/l) de combustível nos veículos abastecidos com B20 e veículos abastecidos com diesel comum.



## 6.2.2. Rodoviária A. Matias S/A

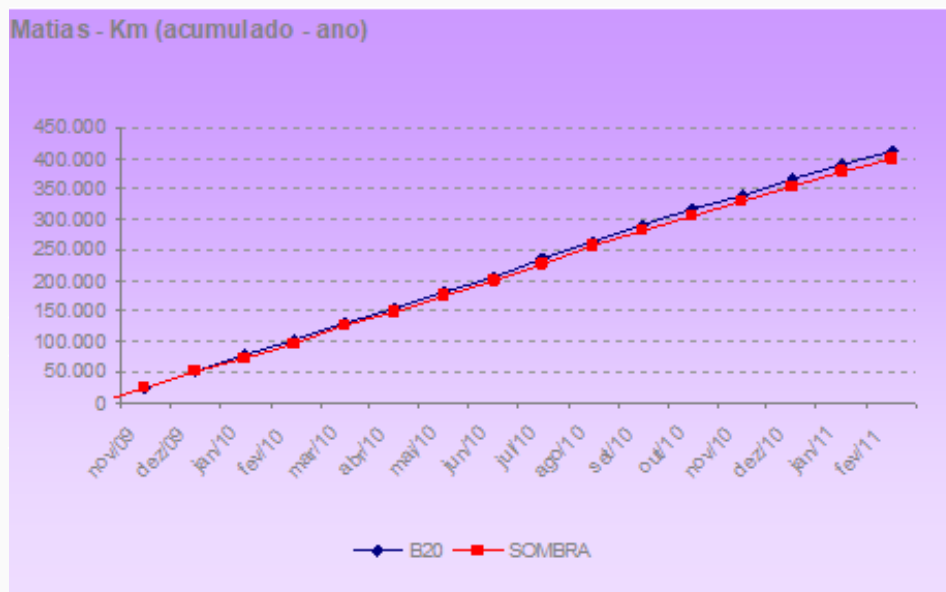
O Gráfico 19, a seguir, mostra a quilometragem mensal percorrida pelos ônibus movidos a B20, assim como a distância percorrida pelos ônibus movidos a diesel fóssil na Rodoviária A. Matias S/A. Neste gráfico, é possível perceber que a quilometragem percorrida por estes veículos é semelhante em função dos mesmos percorrerem o mesmo trajeto (linha).

Gráfico 19: Quilometragem percorrida pelos veículos abastecidos com B20 e veículos sombra – Rodoviária A. Matias S/A.



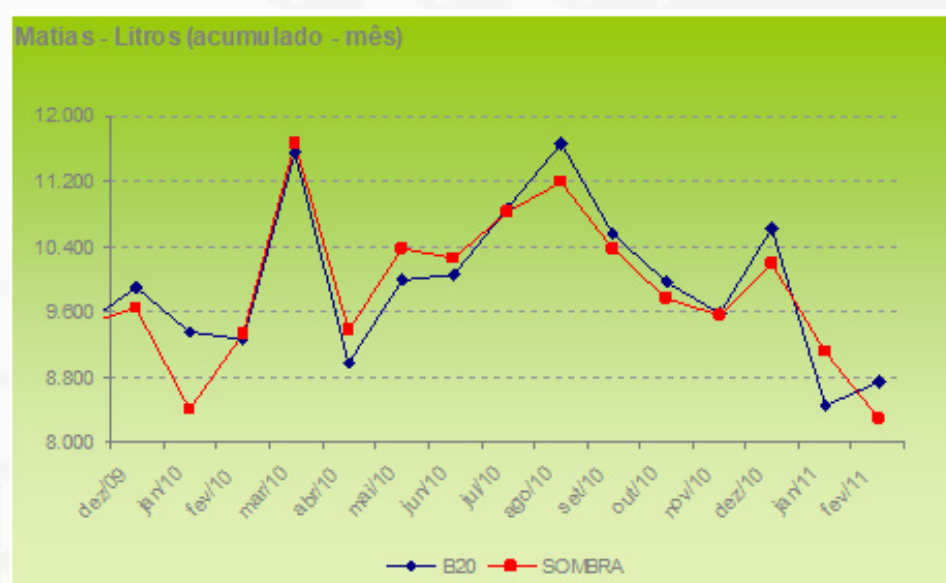
Ao longo dos 20 meses do projeto, a quilometragem total percorrida pelos veículos da Rodoviária A. Matias foi de 390.715 para veículos movidos a B20 e 377.962 para veículos movidos a diesel comum (Gráfico 20).

Gráfico 20: Quilometragem total percorrida ao longo de 14 meses – Rodoviária A. Matias.



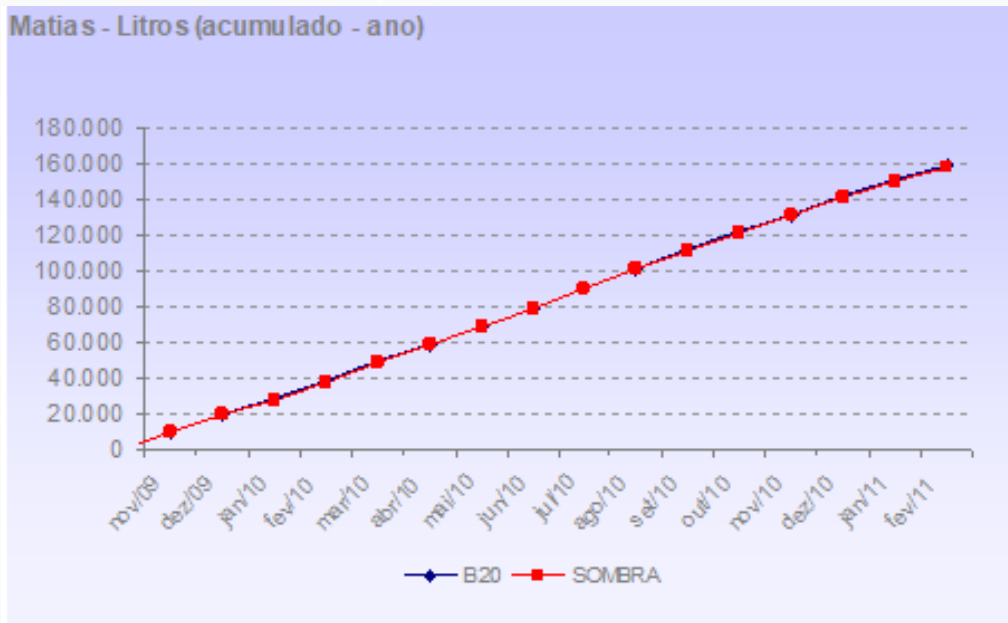
O Gráfico 21 apresenta o consumo mensal de combustíveis dos veículos abastecidos com B20 e dos veículos abastecidos com diesel derivado do petróleo. É importante observar que o volume consumido foi similar para cada grupo de veículos (B20 e sombra).

Gráfico 21: Volume de combustível consumido pelos veículos abastecidos com B20 e veículos sombra – Rodoviária A. Matias S/A.



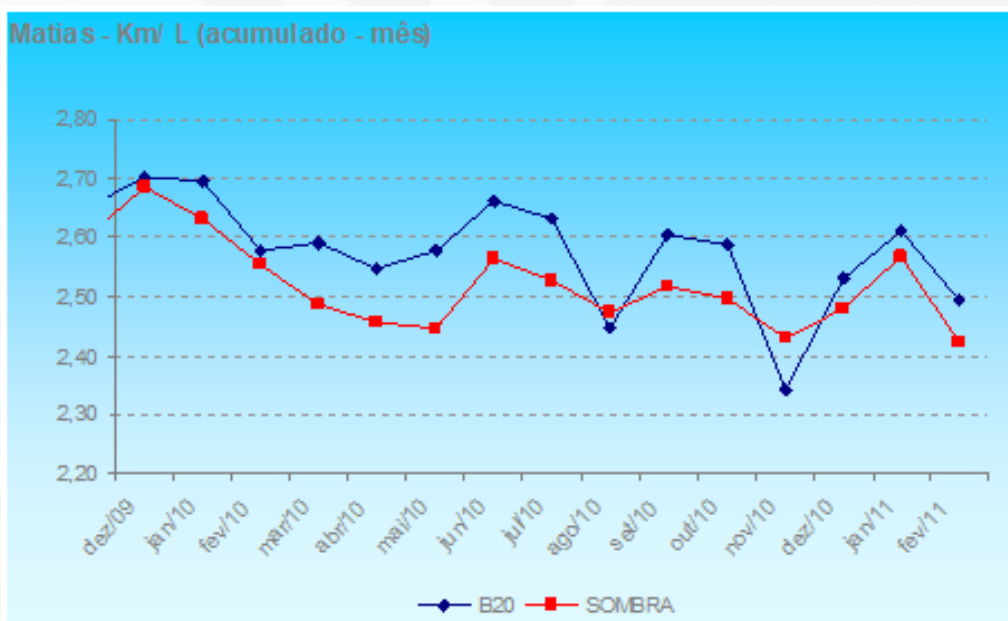
O volume total de combustível consumido durante o período do projeto (14 meses) foi de 150.623 litros para os veículos abastecidos com B20 e de 150.110 litros para veículos abastecidos com diesel comum (Gráfico 22).

Gráfico 22: Volume total de litros consumido ao longo de 14 meses.



O Gráfico 23, a seguir, apresenta o rendimento médio, em km/l, de combustível. O rendimento médio mensal foi de 2,59 km/l e 2,52 km/l para veículos abastecidos com B20 e para veículos abastecidos com diesel comum, respectivamente. É importante observar que o rendimento para veículos movidos a B20 foi ligeiramente superior ao rendimento dos veículos movidos a diesel fóssil.

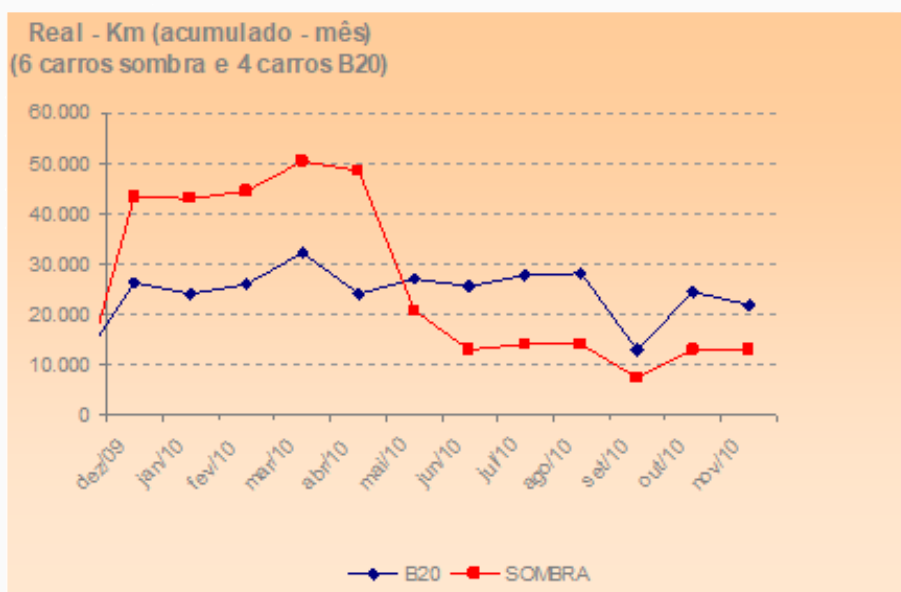
Gráfico 23: Rendimento (em km/l) de combustível nos veículos abastecidos com B20 e veículos abastecidos com diesel comum – Rodoviária A. Matias S/A.



## 6.2.3. Real Auto Ônibus S/A

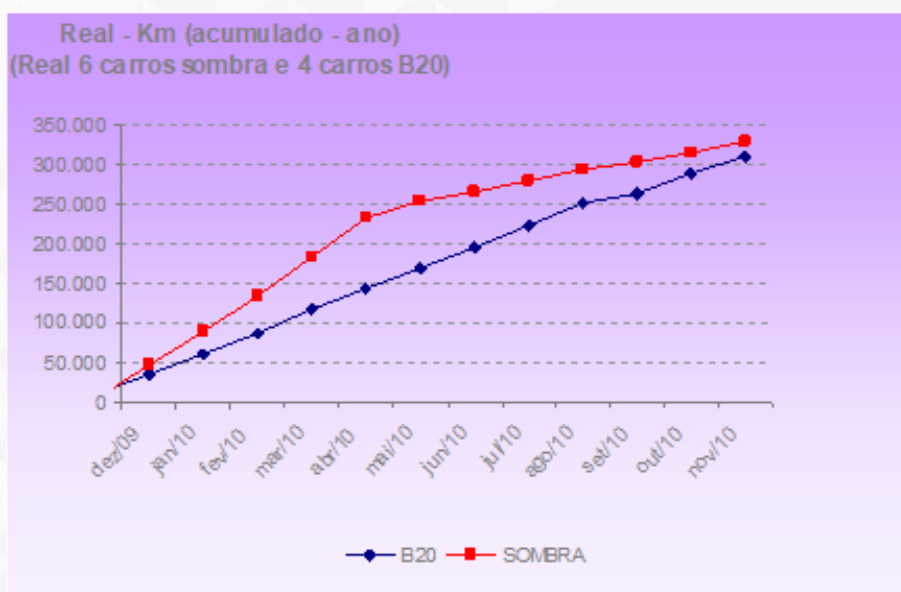
Os dados referentes à quilometragem percorrida pelos veículos da Real Auto Ônibus podem ser observados no Gráfico 24, a seguir. De acordo com este gráfico, é possível perceber que a distância percorrida pelos veículos movidos a B20 e veículos movidos a diesel comum não é aproximada, em função do comprometimento da logística de abastecimento, citado anteriormente, que ocasionou na mudança da linha percorrida (linha 2016 para linha 2011) e mudança no número de veículos utilizados (6 carros sombra no início do projeto para 2 a partir de junho de 2010).

Gráfico 24: Distância mensal percorrida pelos veículos movidos a B20 e veículos sombra – Real Auto Ônibus S/A.



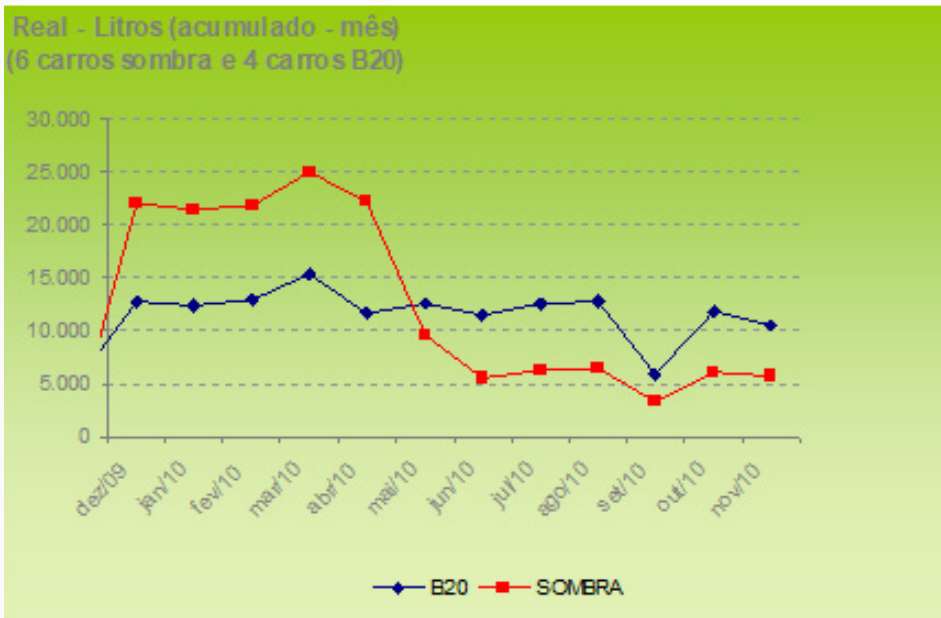
A distância total percorrida pelos veículos movidos a B20 é igual a 309.631 km, enquanto a distância total percorrida pelos veículos a diesel fóssil é igual a x 328.383 (Gráfico 25).

Gráfico 25: Quilometragem total percorrida ao longo de 12 meses – Real Auto Ônibus S/A.



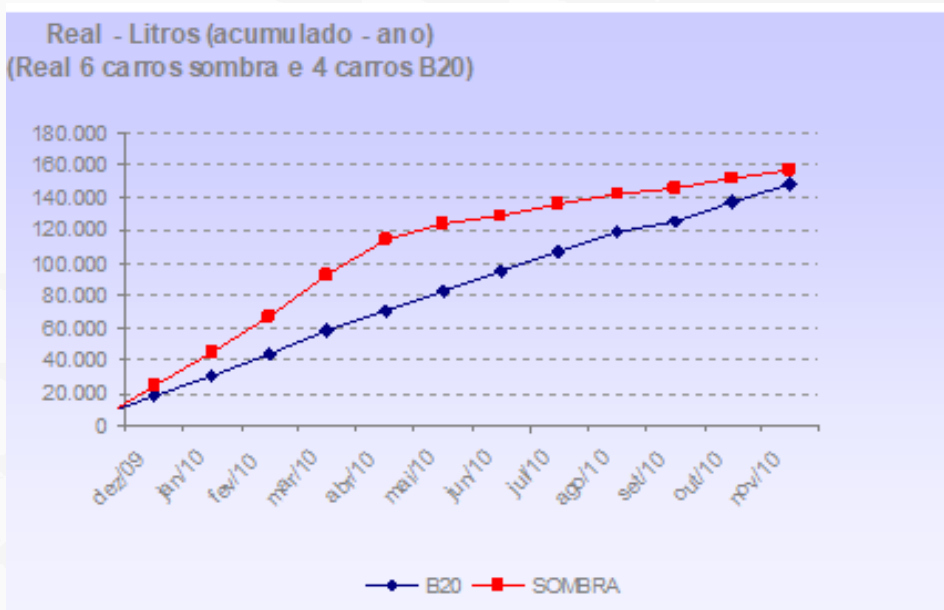
Os valores referentes ao volume total de litros consumido mensalmente é apresentado no Gráfico 26. Conforme este gráfico, o volume de diesel fóssil foi superior ao volume de biodiesel B20 consumido até maio, enquanto o volume de B20 consumido foi superior a partir de junho.

**Gráfico 26: Volume de combustível consumido pelos veículos abastecidos com B20 e veículos sombra – Real Auto Ônibus S/A.**



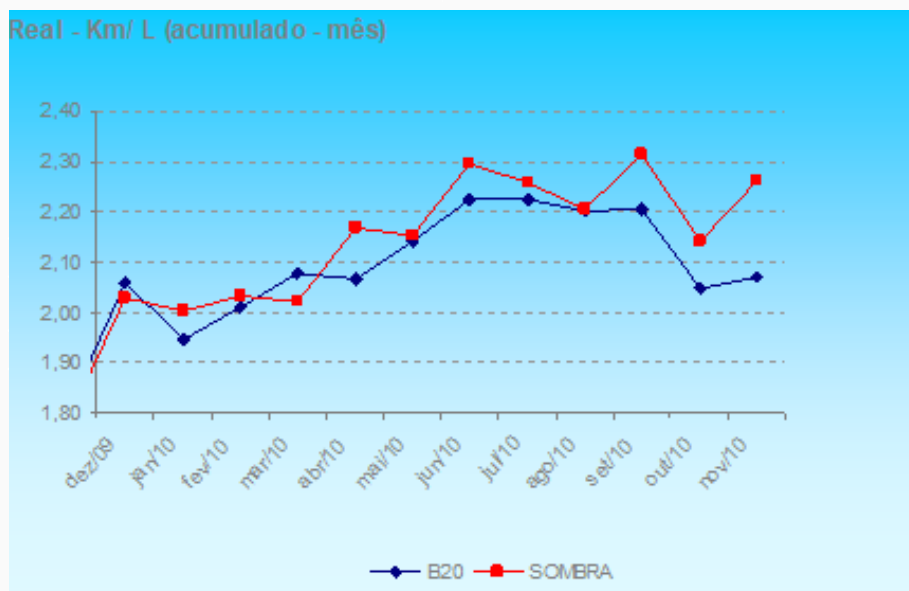
O volume total de combustível consumido durante o período do projeto (12 meses) foi de 148.115 litros para os veículos abastecidos com B20 e de 157.415 litros para veículos abastecidos com diesel comum (Gráfico 27).

**Gráfico 27: Volume total de litros consumido ao longo de 12 meses.**



Apesar do comprometimento da logística de abastecimento da Real Auto Ônibus, os dados referentes ao rendimento de combustível (km/l) dos ônibus movidos a B20 e a diesel fóssil são similares. Para veículos movidos a B20, o rendimento foi de 2,09 e para veículos movidos a diesel fóssil, o rendimento foi de 2,09, de acordo com o Gráfico 28:

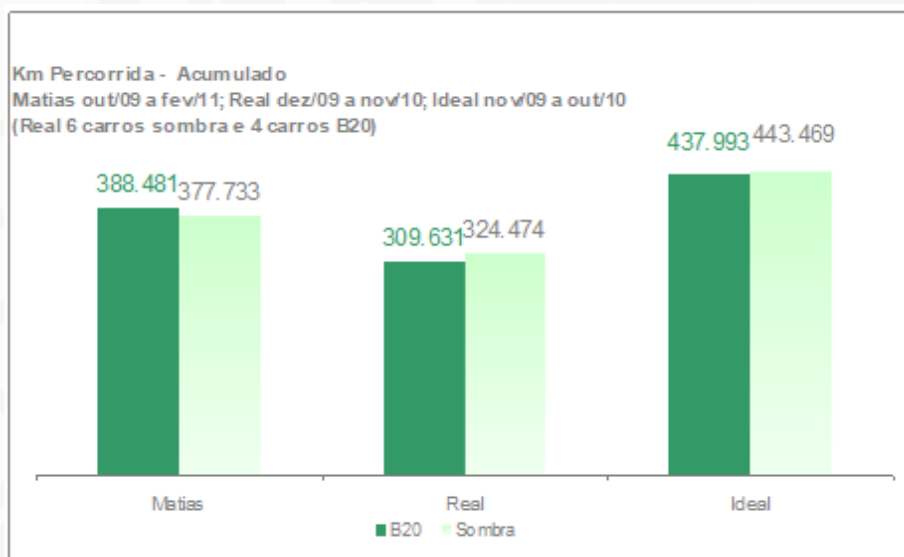
Gráfico 28: Rendimento (em km/l) de combustível nos veículos abastecidos com B20 e veículos abastecidos com diesel comum – Real Auto Ônibus S/A.



Os gráficos a seguir apresentados, trazem os valores da quilometragem percorrida, litros consumidos, e rendimento em km/ litro das três empresas.

No Gráfico 29, observamos que a quilometragem percorrida pelos veículos movidos a B20 e veículos movidos B5, na Matias, foi semelhante. O mesmo ocorre com as demais empresas.

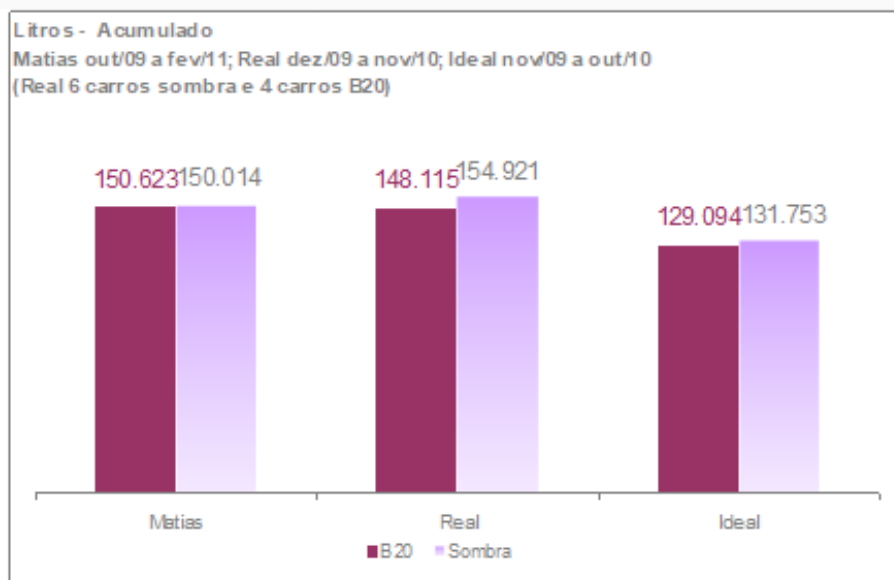
Gráfico 29: Quilometragem percorrida: Rodoviária A. Matias S/A, Real Auto Ônibus S/A e Viação Ideal S/A.





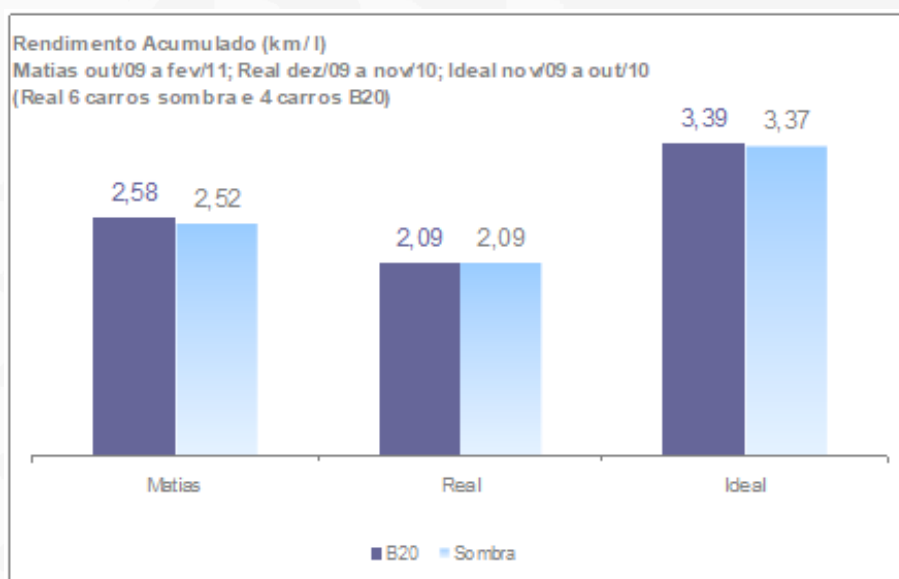
O mesmo ocorre em relação ao consumo de combustível: os valores, em litros, são semelhantes para as três empresas (Gráfico 30).

Gráfico 30: Consumo de combustível (em litros): Rodoviária A. Matias S/A, Real Auto Ônibus S/A e Viação Ideal S/A.



Já em relação ao rendimento dos combustíveis (Gráfico 31), que também foi semelhante entre cada empresa, é interessante observar que, apesar de a literatura apontar que o biodiesel possui rendimento inferior em relação ao diesel, o rendimento do B20 nas empresas Rodoviário A. Matias S/A e Viação Ideal S/A, foi superior em relação ao B5 (2,58 contra 2,52 km/l na Matias; 3,39 km/l contra 3,37 km/l, considerando o B20 e B5 respectivamente). Já na Real Auto Ônibus S/A, o rendimento foi de 2,09 tanto para veículos movidos a B20 quanto para veículos movidos a B5.

Gráfico 31: Rendimento (km/l): Rodoviária A. Matias S/A, Real Auto Ônibus S/A e Viação Ideal S/A.



O ganho total, considerando o comparativo das três empresas, foi da ordem de 1%. Este valor está dentro da faixa de variabilidade das médias, significando que podemos concluir que não houve alteração do rendimento estatisticamente. Desta forma, afirmamos que o B20 não afetou o consumo, o que contraria o fato de a bibliografia apontar um aumento potencial do consumo de 4% (Mercedes Benz, 2009).

### 6.3. Avaliação mecânica

Em discussões técnicas sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, é freqüente a preocupação por parte de fabricantes de veículos automotores, fabricantes de componentes automotivos e montadoras quanto a possíveis efeitos negativos deste biocombustível nos motores. Desta forma, estas entidades apontam a necessidade de realização de testes, desenvolvimento de pesquisas e acompanhamento técnico das frotas para verificação dos efeitos na câmara de combustão, nos sistemas de alimentação, de injeção de combustível e de lubrificação decorrentes da utilização do biodiesel em percentuais superiores a 5 nas misturas.

Baseado no fato de que o biodiesel possui viscosidade superior à do diesel e na sua potencial capacidade contaminação do óleo lubrificante de a Semove solicitou uma parceria com a Mercedes Benz que, por sua vez, realizou a avaliação mecânica dos veículos abastecidos com B20 e veículos sombra da Rodoviária A. Matias S.A. envolvidos nesta pesquisa.

De acordo com a avaliação mecânica realizada pela Mercedes Benz, não foram identificados problemas que viessem a impedir a utilização do B20 nos veículos, conforme pode ser observado no Anexo I.

### 6.4. Avaliação do Efeito do B20 no Óleo Lubrificante

Foi realizado acompanhamento do efeito do Biodiesel B20 no óleo lubrificante dos veículos abastecidos com B20 e com B5. Este acompanhamento nas empresas Rodoviária A. Matias Ltda, Empresa Viação Ideal S/A e Real Auto Ônibus Ltda, foi realizado por suas respectivas distribuidoras responsáveis pelo fornecimento de produtos, a saber: Petrobras Distribuidora (BR), através do Cenpes, Ipiranga Produtos de Petróleo e Shell Brasil, conforme Tabela 4, a seguir:

Tabela 4: Acompanhamento do efeito do B20 no óleo lubrificante

Empresa	Distribuidora	Veículos	Motor	Nº de veículos	Período de Troca de Óleo	Amostragem
Rodoviária A. Matias Ltda	Petrobras Distribuidora (BR)	Mercedes-Benz OF-1722 (Ano: 2009)	OM-924 LA	5 (B5); 5 (B20)	15000 km	0 km (após abastecimento); 7500 km; 15.000 km (troca)
Empresa Viação Ideal S/A	Ipiranga Produtos de Petróleo	Mercedes-Benz OF-1418 (Ano 2008 / 2009);	OM-904 LA	4 (B5); 4 (B20)	35000 km	10.000 km; 20.000 km; 35.000 km (troca)
Real Auto Ônibus Ltda	Shell	Volkswagen Modelo 17-230 EOD	MWM X 12 – 6 cilindros	2 (B5); 4(B20)	20000 km	5000 km

Para a realização deste acompanhamento, é importante destacar que as rotinas de trabalho das empresas de ônibus foram respeitadas, mantendo-se, portanto, os períodos de troca de óleo, filtros de óleo e de ar, bem como os intervalos de manutenção. Além disso, cada distribuidora seguiu sua rotina de acompanhamento de óleo usado incluindo ensaios de viscosidade, infravermelho, metais de desgaste, cromatografia, ponto de fulgor, insolúveis em pentano e tolueno, dentre outros. Nos tópicos a seguir encontram-se os resultados obtidos através do acompanhamento do efeito da utilização do B5 e B20 nas propriedades dos óleos lubrificantes

## 6.4.1. Viscosidade

Em geral foi observada maior queda de viscosidade nos veículos que utilizaram B20, indicando a maior diluição do óleo lubrificante. Esse fato pode ser explicado a partir das características do biodiesel por este apresentar maior viscosidade e ponto de fulgor mais elevado em relação ao diesel. Essas suas propriedades intrínsecas afetam na pulverização do produto durante a injeção e na eliminação da parte que vai para o carter acarretando em maior ou menor diluição.

No Gráfico 32 e Gráfico 33, podem ser observadas as médias das viscosidades a 40 e 100°C obtidas pela Petrobras em cada amostragem de óleo. Nelas observam-se claramente menores valores médios de viscosidade nas amostras de óleo lubrificante dos veículos que rodaram com B20.

Gráfico 32– Viscosidade Média a 40°C – Fonte: BR

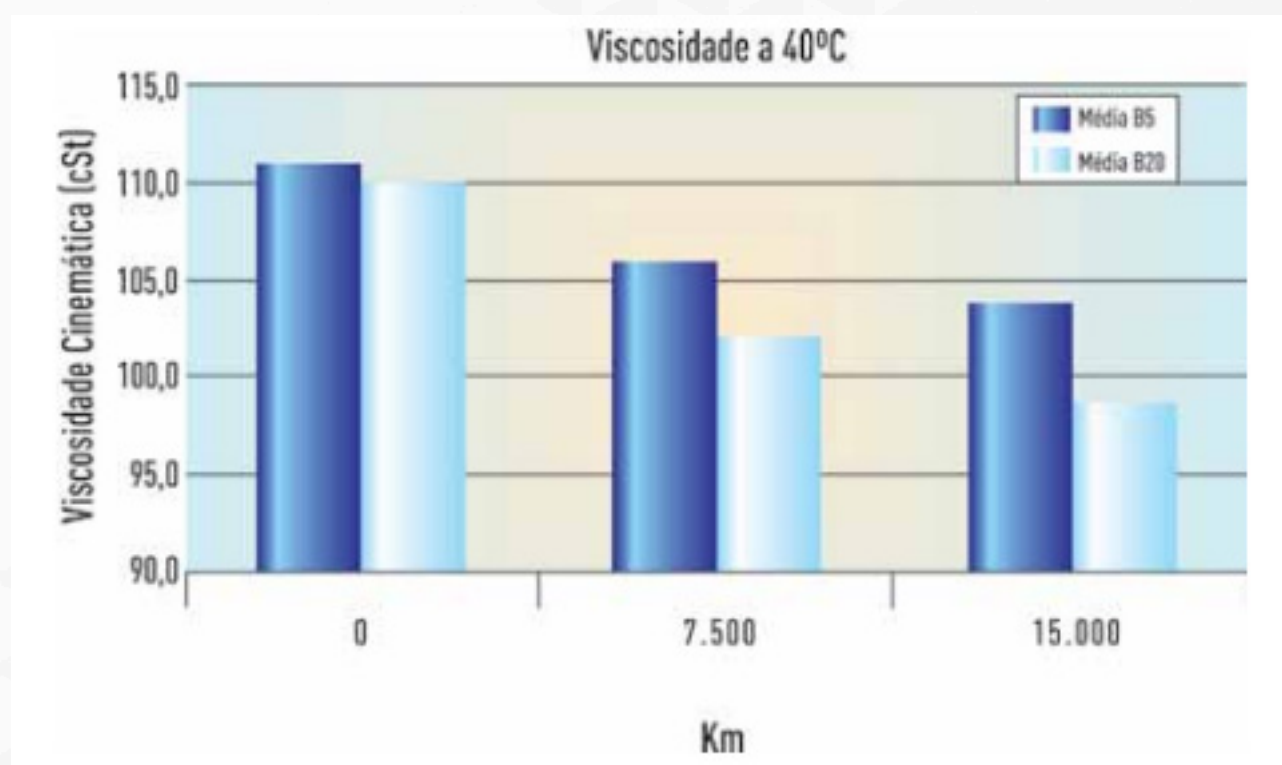
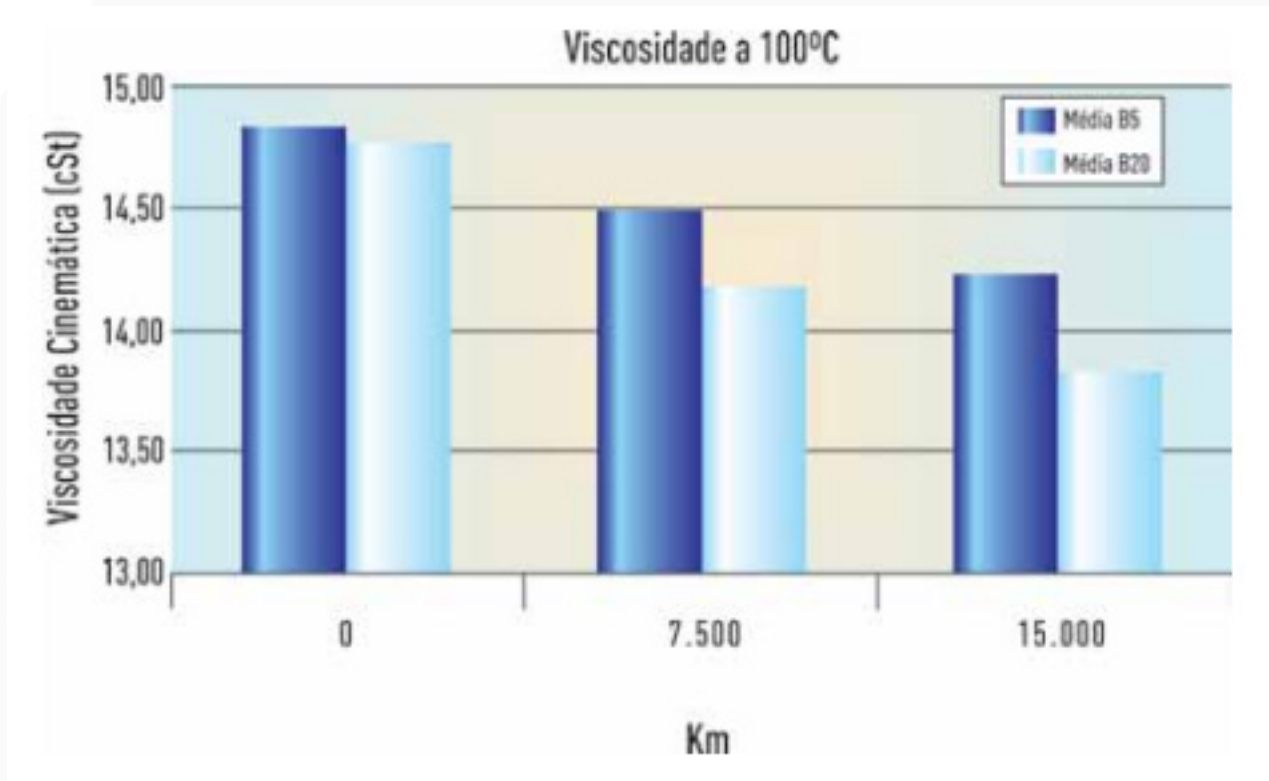


Gráfico 33- Viscosidade Média a 100°C - Fonte: BR



No acompanhamento da frota da Empresa Viação Ideal, a Ipiranga também observou valores menores de viscosidade para os veículos com uso do B20. No Gráfico 34 e no Gráfico 35 pode-se observar as médias dos resultados de viscosidade à 40°C e 100°C nas quilometragens de coleta de amostra, ou seja, 10.000, 20.000 e 35.000 km.

Gráfico 34- Viscosidade Média a 40°C. Fonte: Ipiranga

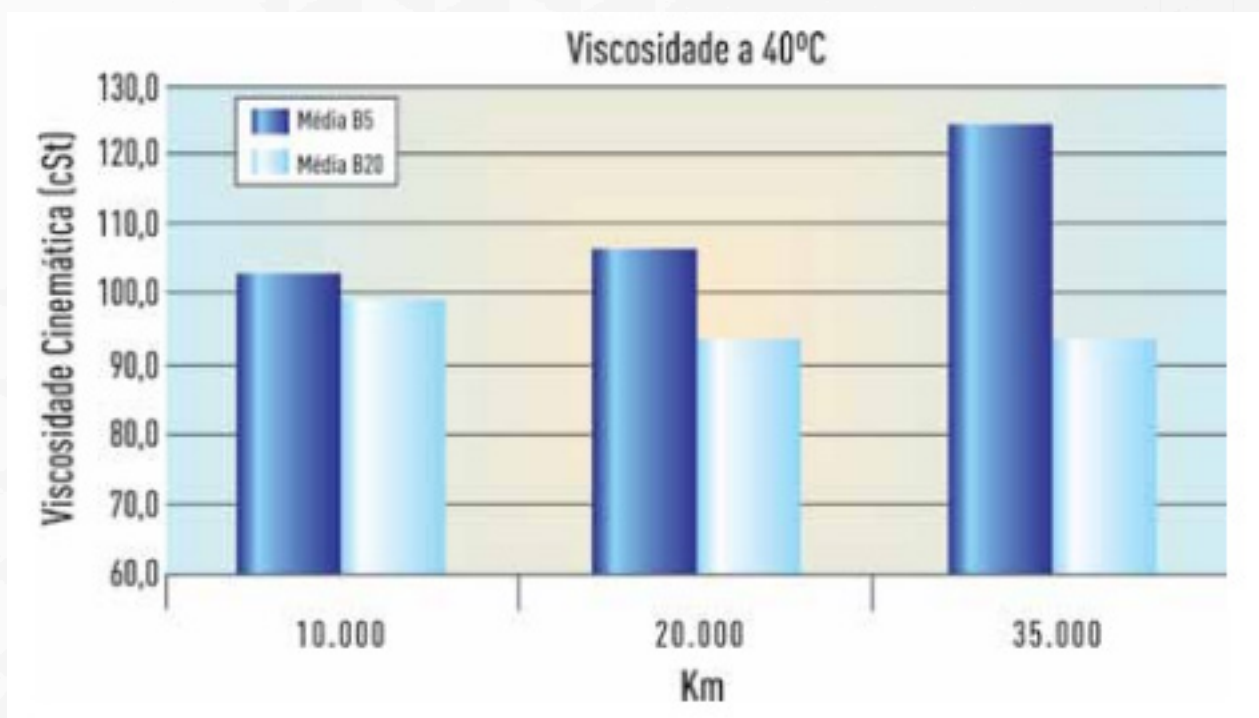
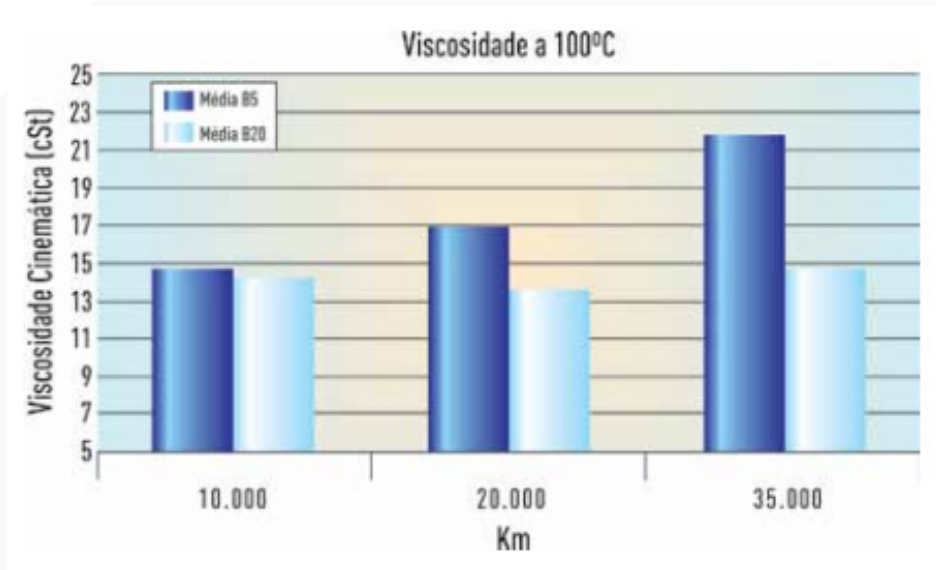


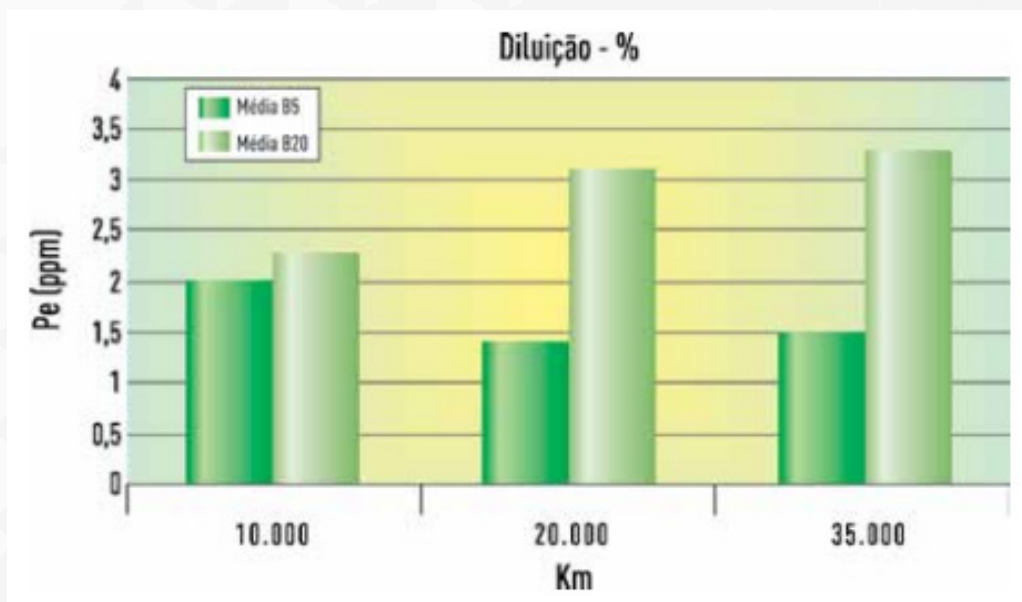
Gráfico 35- Viscosidade Média a 100°C. Fonte: Ipiranga



Quando se comparam os dados médios de viscosidade obtidos pela Petrobras e pela Ipiranga, observam-se comportamentos distintos. Enquanto os dados da Petrobras apresentam uma queda contínua, os da Ipiranga mostram uma estabilidade ou até uma elevação. Esse fato é facilmente justificado pelos distintos períodos de troca adotados pela Matias (15.000 km) e pela Ideal (35.000 km). Esse período de troca mais elevado acarreta em oxidação do óleo lubrificante que é responsável pela elevação da viscosidade do óleo. Todavia a tendência em obter viscosidades inferiores nas amostras dos veículos que operaram com B20 foi semelhante para as duas distribuidoras.

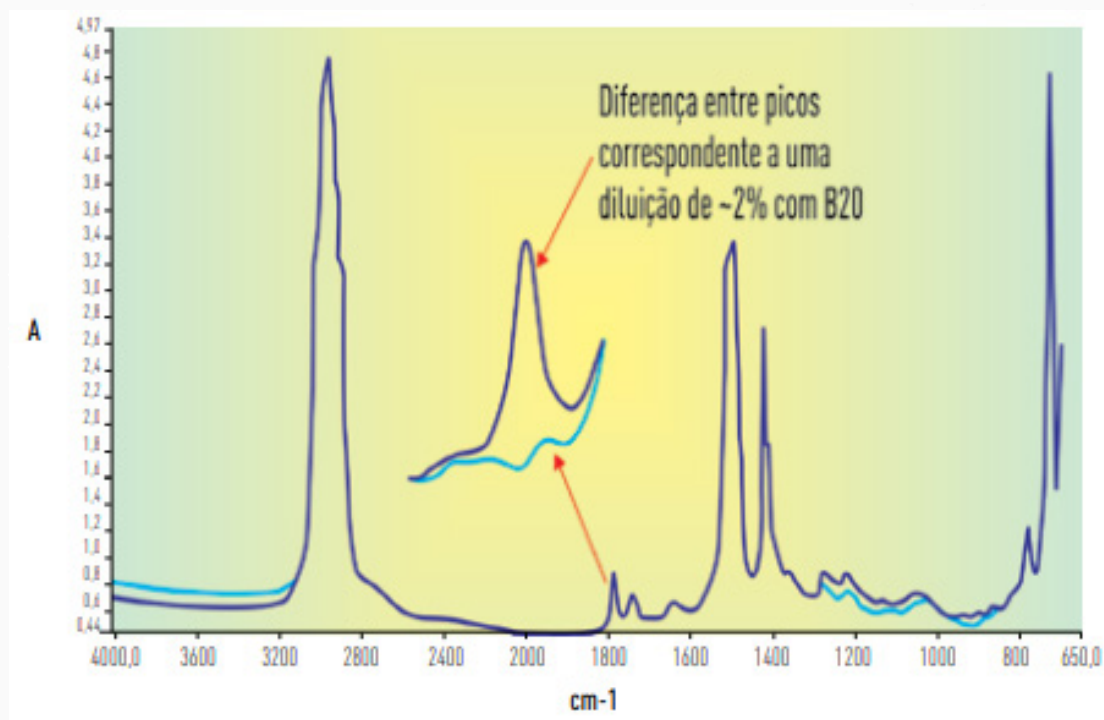
De modo a quantificar a diluição nas amostras, foram empregados ensaios de cromatografia gasosa (Ipiranga e Shell) e Infra-vermelho (Petrobras). No Gráfico 36 são mostrados os dados de diluição obtidos pela Ipiranga, demonstrando o maior percentual de diluição nos veículos com B20. Cabe salientar que embora o referido gráfico apresente dados médios, foram encontrados amostras com diluições de biodiesel de até 7,63%.

Gráfico 36: Diluição por cromatografia gasosa. Fonte: Ipiranga



Na Figura 8 mostra-se o espectro médio das análises de infravermelho realizadas pela Petrobras nas amostras de troca de óleo. A diferença significativa entre os espectros, ressaltada nessa figura, refere-se à presença de biodiesel no óleo. Com base em curvas de calibração realizadas previamente, estima-se que a diluição média foi da ordem de 2%, no caso do B20, enquanto, no caso do B5, o valor foi de 0,1%, ao final de cada troca de óleo (15.000 km).

Figura 8: Diluição por infravermelho. Fonte: BR



No acompanhamento feito pela Shell nos veículos Volkswagen operados pela Real, a distribuidora não observou variação significativa na viscosidade, nem presença de combustível no lubrificante. Todavia, a amostragem foi considerada insuficiente, pois algumas amostras foram eliminadas em virtude de problemas operacionais. A Shell recomenda, desse modo, testes de motor em bancada complementares, para suportar conclusão.

## 6.4.2. Metais de desgaste

Os metais presentes nas amostras de óleo lubrificante foram determinados e serão comentados neste relatório os principais metais de desgaste, a saber, Ferro, Cobre, Chumbo e Alumínio.

A Petrobras obteve em seu acompanhamento valores de ferro ligeiramente mais baixos e teores de cobre e chumbo um pouco mais altos quando se utilizou o B20, como mostrado no Gráfico 37, Gráfico 38 e Gráfico 39. Essas diferenças podem estar associadas a uma maior proteção do ferro pela polaridade do B20 (melhor lubrificidade) e ao maior ataque corrosivo dos materiais empregados nos mancais do motor na presença do biodiesel.

Gráfico 37: Variação do teor de Fe. Fonte: BR

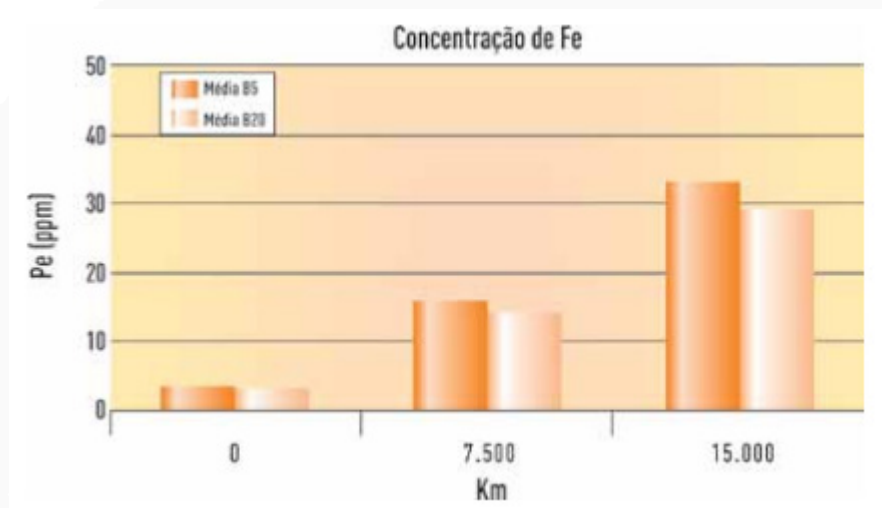


Gráfico 38: Variação do teor de Cu. Fonte: BR

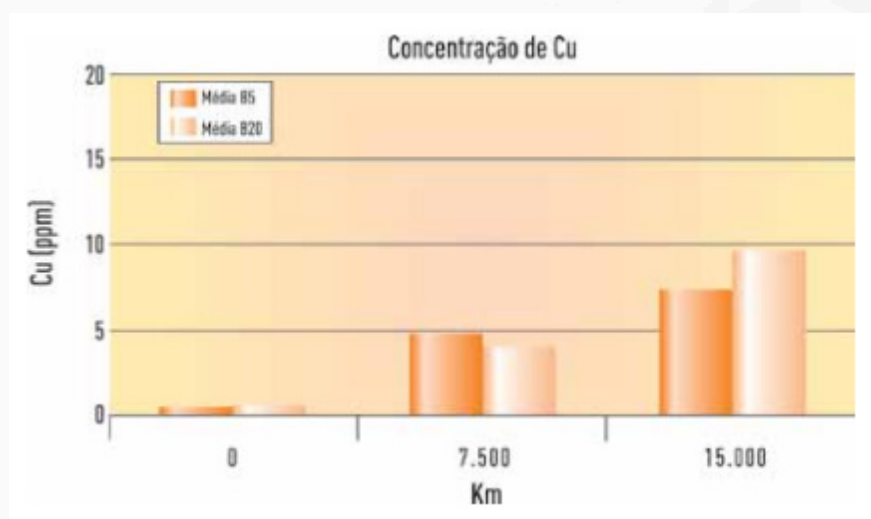
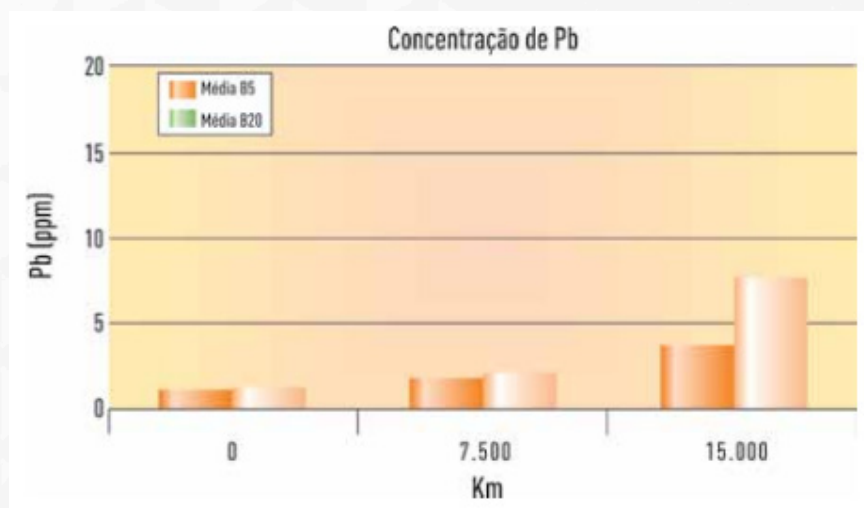


Gráfico 39: Variação do teor de Cu. Fonte: BR



De modo semelhante, a Ipiranga observou maiores teores dos elementos Cobre, Chumbo e Alumínio nos veículos com uso do B20, conforme Gráfico 40, 41 e 42 a seguir.

Cabe destacar a maior idade de uso dos veículos com B5 (Ano 2008 e quilometragem inicial em torno de 100.000 km) se comparada a dos veículos abastecidos com o B20 (Ano 2009 e quilometragem inicial em torno de 35.000 km).

Gráfico 40: Variação do teor de Pb. Fonte: Ipiranga

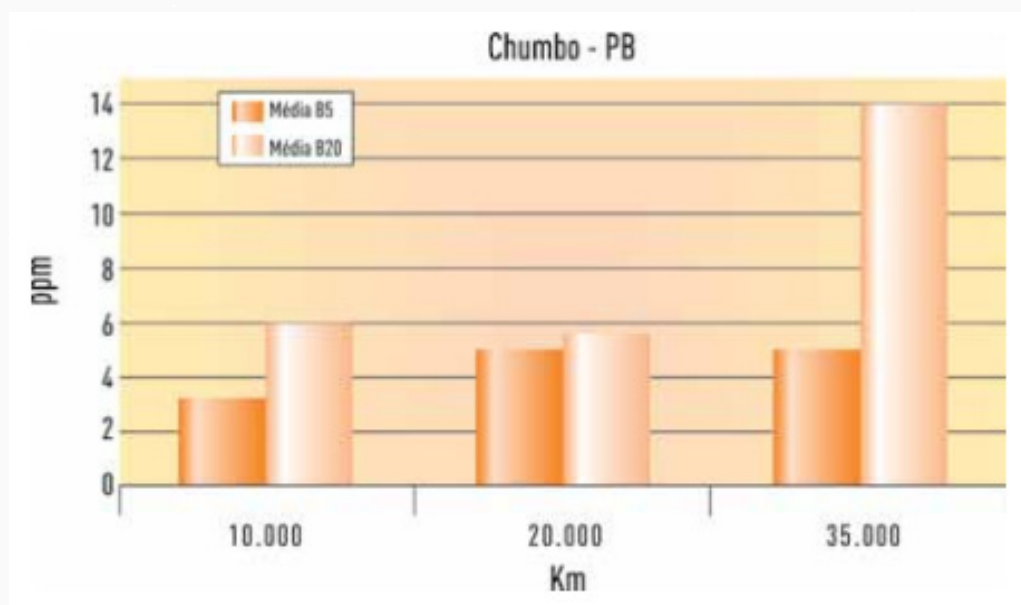


Gráfico 41: Variação do teor de Cu. Fonte: Ipiranga

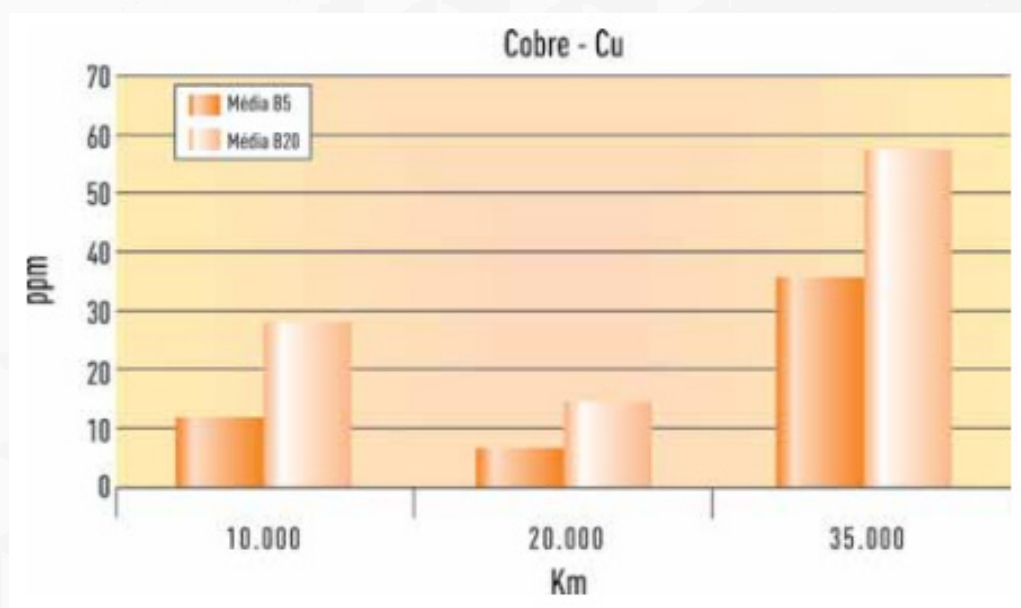
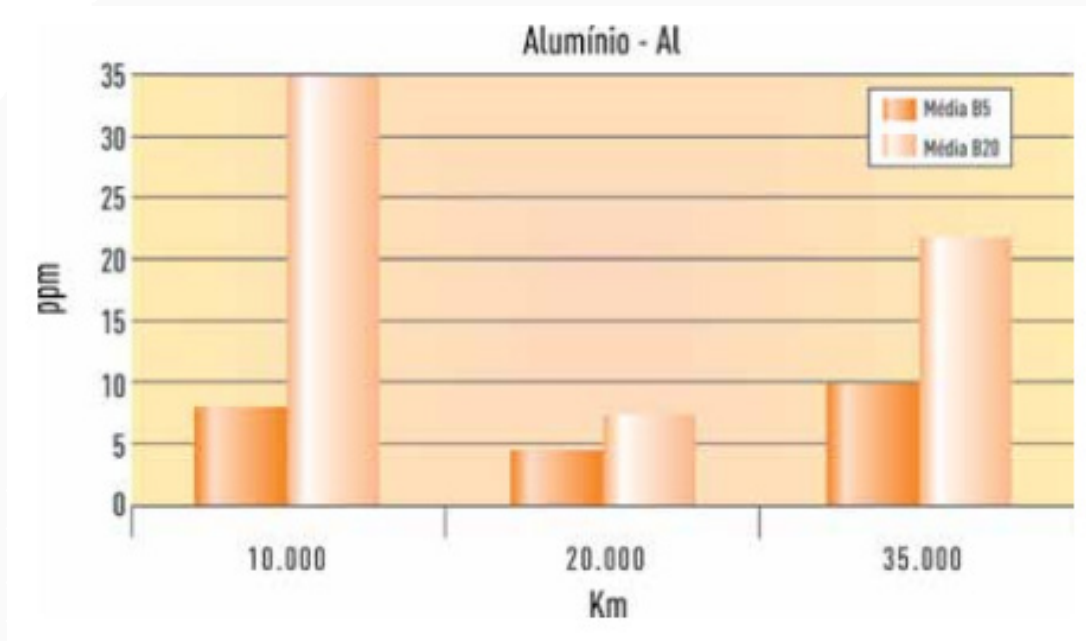




Gráfico 42: Variação do teor de Al. Fonte: Ipiranga



Nas amostras analisadas pela Shell, foi observada leve tendência de maior desgaste de Ferro nos veículos que utilizaram B5, quando comparados aos que utilizaram B20. Os valores de Cobre não foram considerados em virtude de problemas operacionais que ocasionaram pico neste elemento. Os valores de Chumbo denotam tendência de maiores concentrações no veículo utilizando B20. Contudo, vale a mesma ressalva já mencionada em relação à pequena amostragem, e a distribuidora reforça a recomendação de teste de motor em bancada para suportar essa conclusão. Os valores médios de Fe e Pb estão mostrados no Gráfico 43 e 44.

Gráfico 43: Variação do teor de Fe. Fonte: Shell



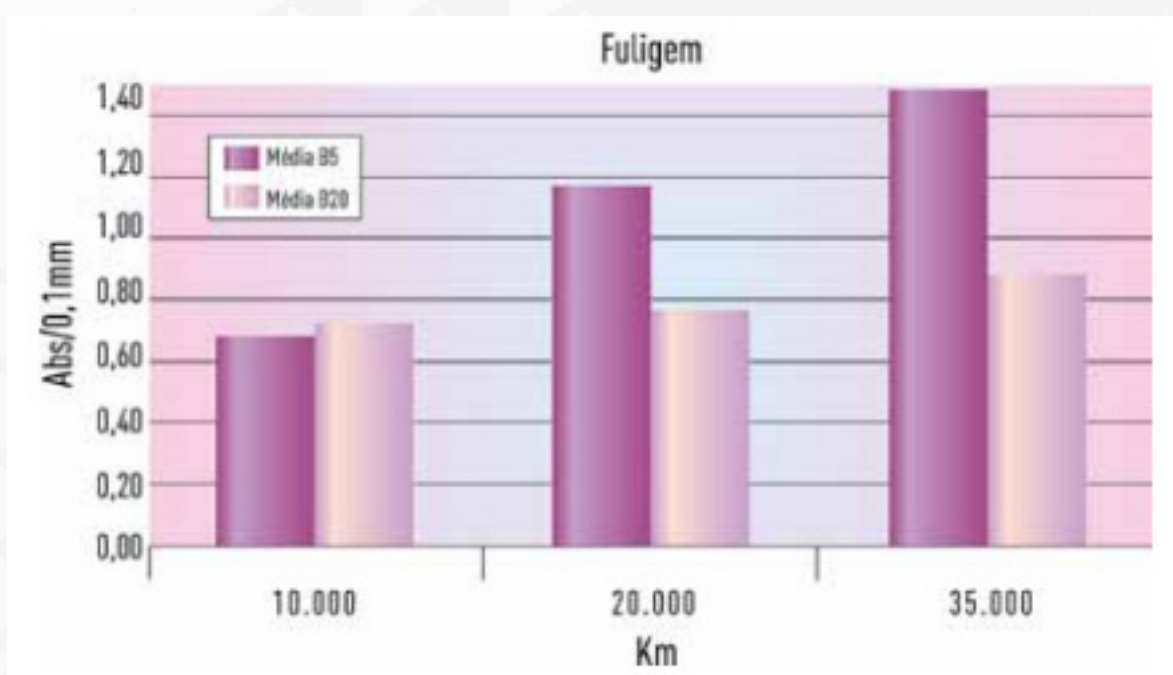
Gráfico 44: Variação do teor de Pb. Fonte: Shell



### 6.4.3. Fuligem e oxidação por Infravermelho, Índices de Acidez (IA), Basicidade (IB) e insolúveis em Pentano

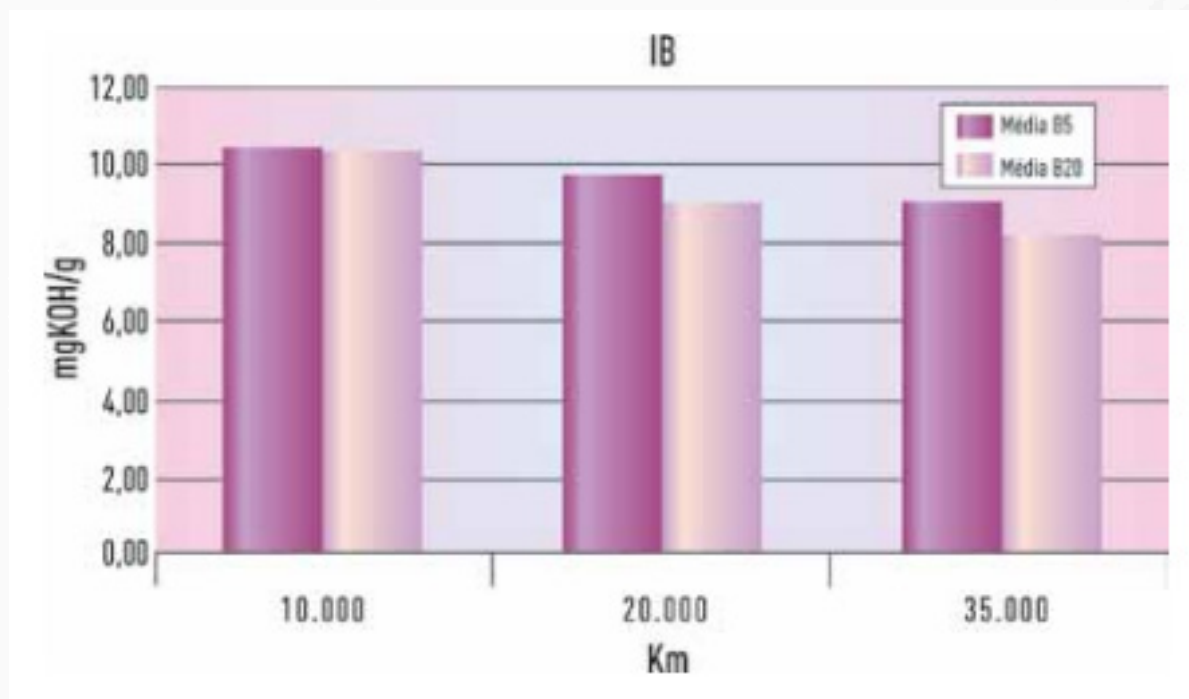
A Ipiranga observou resultados de fuligem por infravermelho significativamente mais elevados nos veículos com B5. Ressalte-se, porém, que só foi possível observar esta tendência com quilometragem de amostragem superior a 10.000, conforme mostrado no Gráfico 45.

Gráfico 45: Variação do teor de Fuligem. Fonte: Ipiranga



Quanto aos resultados de índice de basicidade (IB - reserva alcalina), foram verificados valores ligeiramente inferiores nos lubrificantes utilizados nos veículos com B20, apenas na quilometragem final da carga de óleo (35.000). Tal redução da reserva alcalina pode ser explicada pela maior formação de produtos ácidos decorrente da maior diluição verificada com B20 (Gráfico 46).

Gráfico 46: Variação do teor de IB. Fonte: Ipiranga



Os resultados das amostras colhidas pela Petrobras nos veículos com B20 e com B5 foram bem semelhantes, indicando não haver efeito nessas propriedades ao serem utilizados esses combustíveis, considerando-se o período de troca adotado. Tal semelhança de resultados ocorreu para todas as propriedades desse item e pode ser explicada devido a Matias realizar trocas a cada 15.000 km, evitando assim a degradação do produto, com consequências nas análises de oxidação, fuligem e manutenção da reserva alcalina.

Os resultados encontrados pela Shell não demonstram alterações significativas nas propriedades de índice de basicidade, oxidação e teor de fuligem. Abaixo seguem gráficos das médias de índice de basicidade e fuligem: Biodiesel B20 - O Rio de Janeiro anda na frente 77

Gráfico 47: Variação do teor de fuligem. Fonte: Shell

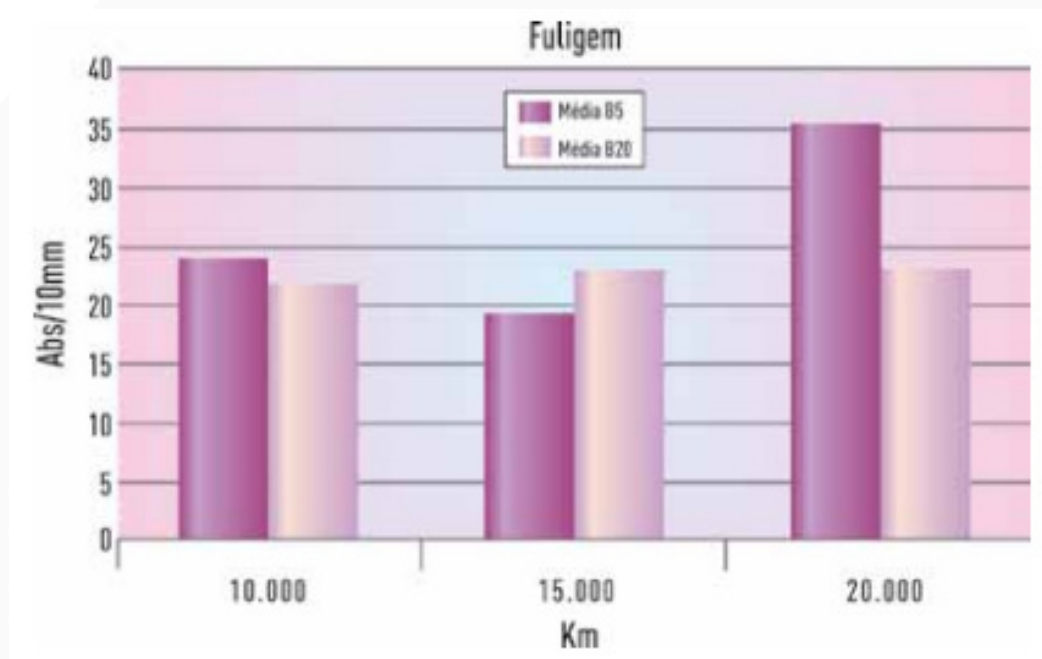
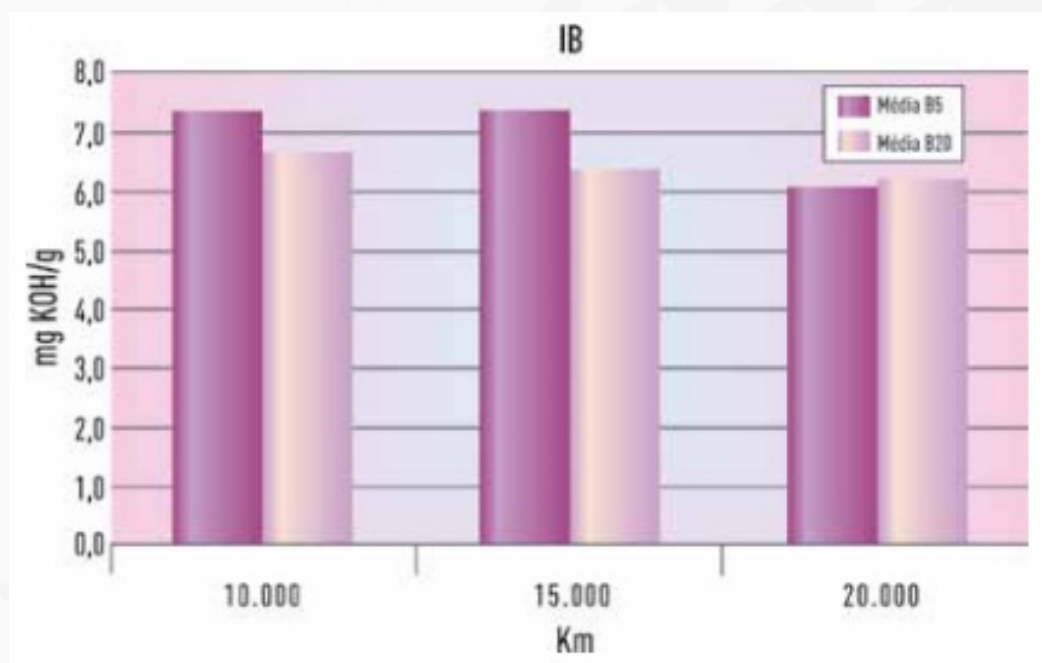


Gráfico 48: Variação do TBN. Fonte: Shell



#### 6.4.4. Considerações finais da avaliação do efeito do B20 no óleo lubrificante

As análises físico-químicas realizadas nas amostras de óleo lubrificante coletadas nos veículos que operaram com B5 e com B20 mostraram, em geral, diferenças no comportamento quando se utiliza cada um desses combustíveis.

Duas distribuidoras observaram diferenças significativas na diluição do lubrificante por combustível, sendo esta maior nos veículos que utilizaram teor de biodiesel mais elevado (B20). As amostras destes veículos, por consequência, apresentaram resultados médios de viscosidade inferiores, confirmando a maior diluição. A terceira distribuidora não encontrou 78 Biodiesel B20 - O Rio de Janeiro anda na frente diferenças significativas na diluição e na viscosidade; porém sugere a confirmação desses resultados através de ensaios em motores, pois teve acesso a um número reduzido de amostras devido a problemas operacionais.

Outra tendência observada pela maioria das distribuidoras foi a maior presença de Cu e Pb nas amostras dos veículos que operaram com B20. Esse fato pode ser explicado pelo ataque corrosivo desses metais na presença de biodiesel.

Outro fato a destacar foi a disparidade entre períodos de troca adotados pelas diferentes operadoras, variando de 15.000 km, no caso da Matias, até 35.000 km, no caso da Ideal. Tais diferenças concorreram para a obtenção de resultados distintos de viscosidade, diluição, metais de desgaste e basicidade, com desvios mais acentuados nos períodos mais extensos de troca de óleo.

Cabe ressaltar que os resultados desta avaliação se aplicam a modelos de motores e tipos de serviço específicos e não abrangeram um grande universo de marcas e modelos de equipamentos. Assim, os dados obtidos devem ser interpretados como tendências de impacto nos óleos lubrificantes, ao ser utilizado um combustível com maior teor de biodiesel como o B20. Aplicações com outras especificidades devem ser avaliadas caso a caso.

## 6.5. Avaliação econômico-financeira

A Tabela 5 e o Gráfico 49, a seguir, apresentam a variação do valor do preço do biodiesel B20 e do diesel comum (B5). O preço médio dos referidos combustíveis, no período de dezembro de 2009 a fevereiro de 2011, foi de, respectivamente, R\$ 1,89 e R\$ 1,74, havendo uma variação média de R\$ 0,15; no entanto, ao final do projeto, a diferença entre o preço do B5 e do B20 foi de R\$ 0,27.

Tabela 5: Variação - Preço do B20 e do B5 (R\$/ litro). Fonte: Petrobras Distribuidora

PERÍODO	PREÇO (R\$/L)		DIFERENÇA
	B20	B5	
jan/10	1,91	1,74	0,17
fev/10	1,91	1,74	0,17
mar/10	1,91	1,73	0,18
abr/10	1,9	1,72	0,18
mai/10	1,9	1,73	0,17
jun/10	1,91	1,73	0,18
jul/10	1,9	1,73	0,17
ago/10	1,9	1,73	0,17
set/10	1,9	1,73	0,17
out/10	1,91	1,74	0,17
nov/10	1,92	1,74	0,18
dez/10	1,92	1,74	0,18
jan/11	2,05	1,78	0,27
fev/11	2,05	1,78	0,27

Gráfico 49: Variação do preço do B20 e variação do preço do B5 (R\$/ litro)

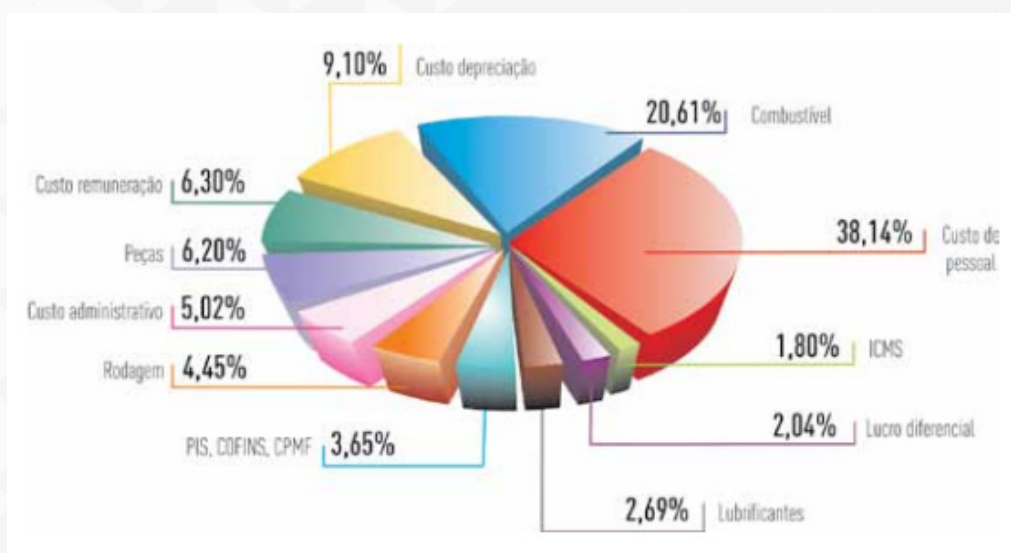


Utilizando como base a média de consumo, por dia, de um ônibus de 100 litros e que, a operação média deste veículo, por mês, equivale a 26 dias, temos um consumo estimado de combustível igual a 31.200 litros por ano (por carro). Considerando os valores do B20 e do B5 ao final do projeto (fevereiro de 2011), de R\$ 2,05 e R\$ 1,78, respectivamente, assim como o consumo médio anual (31.200 litros/ carro) e uma frota de 17.000 veículos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, temos um custo estimado total de R\$ 1.087.320.000,00 e R\$ 944.112.000,00, respectivamente, apontando um sobrecusto de R\$ 143.208.000,00 com o uso do B20 por ano.

Referente à diferença de custo entre o diesel comum (B5) e B20, temos um incremento de 15,16%, o que resulta num acréscimo de 3,12% do custo total com combustível por ano da frota da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. No Gráfico 50, é possível observar a estimativa dos custos atuais do transporte intermunicipal rodoviário do Estado do Rio de Janeiro (composição tarifária).

Em relação ao impacto do combustível no custo da tarifa dos ônibus da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que representa, atualmente, 20,61% do custo total, teremos, considerando o valor da tarifa atual, uma elevação correspondente também ao valor de 3,12%.

Gráfico 50: Estimativa dos custos atuais do transporte intermunicipal rodoviário do Estado do Rio de Janeiro (composição tarifária).



Na Tabela 6, a seguir, é apresentada a carga tributária incidente, direta e indiretamente, sobre o transporte rodoviário de passageiros. Com isto, é possível perceber que, uma possível solução compensatória seria adotar políticas públicas, visando uma redução dos sobrecustos associados ao uso do B20 (desoneração tributária, subsídios); este mecanismo possibilitaria a atenuação do impacto do custo extra ao se utilizar o B20.

Tabela 6: Incidência tributária sobre o Serviço Intermunicipal de Transporte por Ônibus – Impostos municipais, intermunicipais e federais e encargos sociais.

Componente	Alíquota	% Sobre a Tarifa
<b>Incidência indireta (incidentes sobre os insumos)</b>		
<b>1 - ICMS sobre insumos básicos</b>		<b>7,52%</b>
ICMS sobre Combustível	13,0%	2,83%
ICMS sobre Lubrificantes	19,0%	0,54%
ICMS sobre Peças	19,0%	1,24%
ICMS sobre Pneus	19,0%	0,89%
ICMS sobre Chassis e Carrocerias	12,0%	1,95%
ICMS sobre Energia Elétrica	30,0%	0,03%
<b>2 - IPI sobre insumos básicos</b>		<b>0,62%</b>
IPI sobre Peças	8,0%	0,52%
IPI sobre Pneus	2,0%	0,09%
<b>Incidência direta (incidentes sobre o faturamento)</b>		
<b>4 - IPVA</b>		<b>0,62%</b>
<b>5 - Taxa de Vistoria do DETRO</b>		<b>0,68%</b>
<b>6 - Taxa de Embarque de Terminais</b>		<b>0,35%</b>
<b>7 - Outros Tributos e Reincidências</b>		<b>0,95%</b>
<b>8 - ICMS</b>		<b>1,80%</b>
<b>9 - PIS, COFINS, CPMF</b>		<b>3,65%</b>
Imposto de Renda	25,00%	1,66%
Contr. Social / Lucro Líquido	9,00%	0,48%
<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>	<b>76,95%</b>	<b>17,52%</b>

Outra maneira de alcançarmos o equilíbrio econômico financeiro se dá através da adoção de políticas de financiamentos para compensação do custo extra com o uso do B20. Desta forma, é possível concluir que, para adoção do B20, são necessárias políticas compensatórias para que o uso deste combustível não interfira no equilíbrio econômico-financeiro.

As futuras metas de adição mandatórias instituídas pelo governo deverão considerar vantagens e externalidades sociais, econômicas e ambientais positivas. Menores níveis de poluentes emitidos para atmosfera, diminuição no número de internações hospitalares, redução da incidência de doenças respiratórias, vidas salvas, combate ao aquecimento global, mitigação de impactos ambientais diversos, redução das importações de diesel mineral, aumento do número de empregos, renda e fixação do homem no campo constituem benefícios que podem ser atingidos através da utilização de maiores percentuais de biodiesel no diesel. Desta forma, considerando os âmbitos econômico, ambiental e social, é possível observar que o uso do B20 contribui de forma significativa para sustentabilidade do país onde, no momento, as fontes renováveis representam 47,3% da matriz energética. (Gráfico 30).

Capítulo 07

# Conclusões

semove



Os resultados obtidos através do Programa “Biodiesel B20 – O Rio de Janeiro Anda na Frente” demonstraram que a autonomia (km/l) dos veículos movidos a B20 foi estatisticamente semelhante à autonomia dos veículos movidos a B5, contrariando a expectativa, conforme a literatura, de uma redução da autonomia em valores próximos a 4%, conforme testes realizados na Viação Cidade Dutra, pela Mercedes Benz.

Com o uso do B20, foi possível constatar nas três empresas uma redução significativa nos níveis de opacidade emitida, sendo uma redução de 11% na Viação Ideal, 13% na Rodoviária A. Matias e 39% na Real Auto Ônibus.

O custo com B20 é cerca de 15,16% superior em comparação ao custo com B5. Apesar do preço superior do B20, sua utilização possui diversas vantagens e externalidades positivas do ponto de vista social, ambiental e econômico.

Não foram relatados problemas mecânicos nos veículos por parte das empresas participantes do projeto.

Foi observada maior diluição do óleo lubrificante nos veículos movidos a B20 nas empresas Viação Ideal e Rodoviário A. Matias, conforme análises realizadas pelas empresas, distribuidoras, laboratórios e montadoras.

Foi verificada, também nas empresas Viação Ideal e Rodoviário A. Matias, maior presença de Cobre e Chumbo nas amostras de óleo lubrificante utilizado nos veículos movidos a B20, o que pode ser explicado pelo ataque corrosivo desses metais na presença de biodiesel.

Capítulo 08

# Perspectivas futuras

semove

Conforme citado anteriormente, de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia, aprovado pelo Ministério de Minas e Energia em 29 de novembro de 2010, apesar do sucesso na antecipação da implantação da meta de 5% na mistura diesel-biodiesel, não é previsto um aumento no uso deste biocombustível, além do percentual obrigatório, na próxima década. Isto se dá principalmente pelo fato das projeções indicarem que o preço das matérias-primas cultivadas continuará com tendência de alta, resultando em custo superior do biodiesel em relação ao diesel fóssil.

A utilização de outras matérias-primas, além da soja, para produção economicamente viável de biodiesel, é considerada o maior gargalo do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Apesar disto, o Brasil apresenta vantagens, uma vez que diversas espécies capazes de gerar biodiesel podem ser produzidas em nosso território. De acordo com o Anuário da Indústria do Biodiesel (2009), as matérias-primas mais promissoras são o cambre, o girassol, a canola, a macaúba, o babaçu, e o pequi.

Da mesma forma, há pesquisas em andamento para produção de biodiesel através de outras fontes alternativas, tais como microalgas. Os óleos que podem ser extraídos das microalgas apresentam características físico-químicas semelhantes às dos óleos extraídos a partir de vegetais. Dentre as vantagens que as microalgas apresentam, estão: menor gasto de água, cultura dos microrganismos em regiões não favoráveis ao plantio de oleaginosas, rendimento pelo menos 15 vezes superior na geração de óleo em comparação com a palma (que possui a maior produtividade de óleo dentre os vegetais superiores), maior eficiência fotossintética e, conseqüentemente, maior eficiência de fixação de CO<sub>2</sub>. No entanto, o custo para produção de biodiesel a partir das microalgas ainda é relativamente alto, o que torna esta alternativa inviável no momento (Teixeira, 2010).

Atualmente, dentre os critérios mais relevantes considerados para seleção de matéria-prima para produção de biodiesel, estão: balanço energético favorável, preço da matéria-prima, aproveitamento do subproduto de extração do óleo na alimentação humana e/ou animal, participação da oleaginosa cultivada na rotação de culturas regionais e, principalmente, atendimento das especificações da indústria de motores e veículos (Teixeira, 2010).

A indústria de motores e veículos, nos últimos anos, tem sido reticente quanto às modificações nos seus produtos. No entanto, é importante ressaltar que a parceria com fabricantes de veículos e motores é imprescindível no processo de introdução do biodiesel na matriz energética mundial. Atualmente, a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) já fala em aproveitar melhor a mistura de diesel com biodiesel, afirmando reconhecer a importância mundial deste biocombustível.

Estudos demonstram que o país possui capacidade para suprir uma demanda que determine o aumento da mistura para 10% (BiodieselBR, 2010). No entanto, estes estudos também sugerem que a elevação ocorra gradualmente até atingir o B20, em 2020, trazendo as externalidades positivas para o Brasil. Para a Coordenação da Comissão Técnica de Biodiesel da Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA), a elevação do percentual na mistura deve ser realizada com cautela, sendo a quantidade máxima de biodiesel que pode ser introduzida no diesel comum, nos dias atuais, igual a 7%.

Capítulo 09

# Referências bibliográficas

semove

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Diversos documentos. Disponível em [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br). Acesso em julho de 2010.

BAIRD. C. Química Ambiental. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BIODIESEL BR, Anuário Da Indústria Do Biodiesel No Brasil 2004 – 2009. Curitiba: Grupo BiodieselBR, 2010.

BIODIESEL BR, Diversos documentos. Disponível em [www.biodieselbr.com.br](http://www.biodieselbr.com.br). Acesso em agosto a dezembro de 2010.

BIODIESEL BR, Conferência Anual do Biodiesel. Disponível em: [www.biodieselbr.com.br/palestras](http://www.biodieselbr.com.br/palestras). Acesso em novembro de 2010.

BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética. Diversos documentos. Disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br). Acesso em julho de 2010.

BRASIL, Lei Federal nº 11.097. Brasília: Congresso Nacional, 2005.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional 2008. Disponível em [www.mme.gov.br/mme/menu/todas\\_publicacoes.html](http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html). Acesso em julho de 2010.

BRASIL, Cadernos NAE - Biocombustíveis. Disponível em [www.biodiesel.gov.br/docs/Cadernos\\_NAE\\_v.2.pdf](http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cadernos_NAE_v.2.pdf). Acesso em novembro de 2010.

BRASIL, Portal do Biodiesel – diversos documentos. Disponível em [www.biodiesel.gov.br](http://www.biodiesel.gov.br). Acesso em julho de 2010.

BUCKER. Biodeterioração de Misturas de Diesel e Biodiesel e seu Controle com Biocidas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola e do Meio Ambiente. Porto Alegre, 2009

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Diversos documentos. Disponível em <http://www.cntdespoluir.org.br/default.aspx>. Acesso em novembro de 2010.

DAMASCENO, Biodiesel e MDL in Aquecimento Global e Créditos de Carbono. São Paulo: Editora Quartier Latin do Brasil, 2007.

EPA – Environmental Protection Agency. Climate Change - Health and Environmental Effects. Disponível em: <http://www.epa.gov/climatechange/effects/health.html>. Acesso em abril de 2011.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Oferta de Energia Renovável no País Cresce em 2009. Disponível em [http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20100429\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20100429_1.pdf). Acesso em outubro de 2010.

FERNANDES, L. T. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo in Aquecimento Global e Créditos de Carbono. São Paulo: Editora Quartier Latin do Brasil, 2007.

GUARANY. Prontos para o B20. Disponível em [www.biodieselbr.com.br](http://www.biodieselbr.com.br). Acesso em outubro de 2010.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Disponível em <http://www.iea.org/>. Acesso em outubro de 2010.

MME – Ministério de Minas e Energia/ EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão da Energia – 2019. Disponível em [http://www.epe.gov.br/PDEE/20101129\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/PDEE/20101129_1.pdf). Acesso em dezembro de 2010.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Cadernos NAE – Biocombustíveis. Disponível em: <http://www.cntdespoluir.org.br/Downloads/Publicações%20externas/Biodiesel/02biocombustiveis.pdf>. Acesso em dezembro de 2010.

RAMOS, Considerações sobre Uso do Biodiesel como Modelo para Projetos MDL in Desenvolvimento Tecnológico, Aplicação e Mercado Global. Curitiba: Instituto Ecoplan – Universidade Federal do Paraná, 2006.

RICKLEFS, R. E. A Economia da Natureza. 5ª Edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

SANTOS, U. P. Poluição, aquecimento global e repercussões na saúde. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-42302007000300004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-42302007000300004&script=sci_arttext). Acesso em janeiro de 2011.

SILVA, M.V.I. Efeitos do Uso do Biodiesel sobre Propriedades do Óleo Lubrificante Usado em um Motor de Ignição por Compressão. São Carlos: Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, 2006.

TEIXEIRA. Microalga como Matéria-Prima para a Produção de Biodiesel. Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/MicroalgaComo.pdf>. Acesso em Abril de 2011.

UBRABIO. O Biodiesel e sua Contribuição ao Desenvolvimento Brasileiro. 2010.

WHO - World Health Organization. Climate change and human health - risks and responses. Disponível em <http://www.who.int/globalchange/publications/cchhbook/en/>. Acesso em abril de 2011.

YOUNG, Custo da Poluição Gerada pelos Ônibus Urbanos na RMSP <http://www.cntdespoluir.org.br/Downloads/Publicações%20externas/Poluição%20atmosférica/CUSTO%20DA%20POLUIÇÃO%20GERADA%20PELOS%20ÔNIBUS%20URBANOS%20NA%20RMSP.pdf>. Acesso em outubro de 2010.

# Anexos

semove



Mercedes-Benz  
do Brasil Ltda.

Uma Empresa Daimler

S. B. Campo, 27.06.11  
TPW-105/11  
Gilberto Leal / dr  
☎ (11) 4173-7640  
☎ (11) 4173-8072

Fetranspor  
At. Sr. Guilherme Wilson da Conceição

Projeto Rio Biodiesel B20  
Resultados das análises de motores que rodaram na empresa Rodoviário Matias

Prezado Sr. Guilherme Wilson,

Informamos que após análises detalhadas dos dados de rodagem dos 10 veículos Mercedes-Benz, tipo OF 1722, equipados com motores OM 924 LA, Proconve P-5 (EURO 3), que rodaram no período de Novembro/2009 a Janeiro/2011, sendo cinco deles com Diesel B20 e outros cinco com Diesel B5, nenhum problema que impeça a utilização do biodiesel B20 foi identificado.

No total foram rodados 791.710 km, dos quais 401.766 km com B20 e 389.944 km com B5.

Quatro motores, dois representantes de cada grupo, foram detalhadamente analisados nos seguintes itens:

Componente	Objetivo da análise	Resultados
Topo do pistão e cilindros	Desgastes e depósitos	Não houve diferenciação entre desgastes dos motores que rodaram com B20 e com B5. Todos estavam normais e praticamente sem depósitos nos pistões e cilindros. Observou-se leve tendência a formação de depósitos nos bicos injetores que rodaram com B20, provavelmente associado à concentração de biodiesel de origem animal. Os filtros de combustível e lubrificantes apresentaram mesmo comportamento, mas todos com aspectos de não terem sido trocados nos intervalos regulares de manutenção.
Balancins	Formação de depósitos	
Bicos injetores	Formação de depósitos	
Bronzinas centrais e bielas	Desgastes	
Carter e sensor de nível	Formação de depósitos	
Bomba de óleo	Formação de depósitos	
Elementos filtrantes combustível e lubrificante	Estado de saturação e depósito de boças	
Juntas de borracha	Ataques químicos	
Tampa do cabeçote	Formação de depósitos	
Tubos de alta pressão de injeção	Trincas e vazamentos	
Conexões do sistema de combustível	Ataques químicos	
Vazamentos externos no motor	Analisar ataque de Biodiesel	

Mercedes-Benz do Brasil Ltda.  
Av. Alfred Jarzykowski, 562  
São Bernardo do Campo - SP  
09680-900  
Fone: +55 11 4173-6611  
Fax: +55 11 4173-7667




Os veículos que tiveram os motores analisados foram:

B20 – 25511 e 25524

B05 – 25506 e 25522

Com base nas análises efetuadas concluímos que o Biodiesel B20 ( ANP 02/2011 ) pode ser utilizado nos motores OM 924 LA Proconve P5 (EURO 3) e os resultados podem ser estendidos por semelhança aos demais motores da família BR 900 Proconve P5.

Atenciosamente,

  
Walter Sladek  
TP

  
Gilberto Leal  
TPW

C.C

Ronaldo Fontolan  
Marcio Querichelli  
Salvador Sanles  
Curt Axthelm  
Ricardo Silva  
Carlos Eduardo Lemos  
Mario Luz Teixeira  
E4 TPW

## ANEXOS II – Autorização ANP

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP

AUTORIZAÇÃO N.º 438, DE 17 DE SETEMBRO DE 2009.

O DIRETOR-GERAL da AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP, de acordo com o disposto no inciso III do artigo 9º do Anexo I ao Decreto nº 2.455, de 14 de janeiro de 1998, e com base na Resolução de Diretoria nº 893, de 16 de setembro de 2009, tendo em vista o que consta no processo 48610.009604/2009-14, torna público o seguinte ato:

Art. 1º Fica a Federação das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro (FETRANSPOR) , inscrita no CNPJ sob o número 33.747.288/0001-11, situada à Rua da Assembléia, nº 10, 39º andar, Centro – Rio de Janeiro – RJ, autorizada, com fulcro no artigo 3º da Resolução ANP nº 2, de 29 de janeiro de 2008, a realizar uso específico de Diesel B20, constituído por 80% de óleo diesel e 20% de biodiesel, em proporção volumétrica, no município do Rio de Janeiro, em 15 ônibus urbanos de frota cativa de empresas regulares do transporte municipal.

§1º O Uso Específico indicado nesta Autorização será realizado em veículos pertencentes às empresas Real Auto Ônibus Ltda. (CNPJ nº 33.295.346/0001-13), Rodoviária A. Matias Ltda. (CNPJ nº 33.263.906/0001-58) e Empresa Viação Ideal S.A. (CNPJ nº 33.197.161/0001-76).

§2º Fica restrito o uso de Diesel B20 à frota cativa, não podendo o consumo semestral exceder a 240.000 (duzentos e quarenta mil) litros.

§3º Para fins desta Autorização, o biodiesel e o óleo diesel deverão atender à especificação vigente da ANP.

Art. 2º Caberá aos agentes envolvidos na comercialização e uso a responsabilidade pelos eventuais danos causados aos equipamentos empregados, ao meio ambiente e outros.

Art. 3º A empresa autorizada deverá apresentar, semestralmente, relatórios sobre o uso de Diesel B20.

Art. 4º A ANP poderá, a qualquer tempo, submeter a Federação das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro (FETRANSPOR) à auditoria sobre os procedimentos e equipamentos de medição que tenham impacto sobre a qualidade e a confiabilidade dos serviços de que trata esta Autorização, bem como solicitar dados referentes à comercialização.

Art. 5º Esta autorização não constitui, em quaisquer circunstâncias, endosso, certificação, registro ou aprovação, por parte da ANP, para o uso comercial de Diesel B20 para outros fins.

Art. 6º Esta autorização não dispensa nem substitui documentos de qualquer natureza, exigidos pela legislação federal, estadual ou municipal.

Art. 7º Esta autorização fica condicionada aos termos estabelecidos nas declarações de garantia emitidas pelos fabricantes do motor.

Art. 8º Esta autorização tem validade pelo prazo de 6 (seis) meses, podendo ser prorrogada conforme parecer emitido pelo órgão ambiental pertinente.

Parágrafo único. O pedido de prorrogação indicado no caput deste artigo deve ser encaminhado a esta ANP antes do encerramento do prazo de validade estabelecido nesta Autorização.

Art. 9º Para efeitos desta autorização, o artigo 7º da Resolução ANP nº 2, de 29 de janeiro de 2008, será válido não somente para o solicitante, porém a todos os agentes envolvidos nesta autorização.

Art. 10 Esta autorização entra em vigor na data de sua publicação.

HAROLDO BORGES RODRIGUES LIMA

Publique-se:

MURILO MOTA FILHO  
Secretário Executivo

---

\* Na ocasião a federação era chamada de Fetranspor.

# ANEXO III- AUTORIZAÇÃO MERCEDES-BENZ



Mercedes-Benz

Mercedes-Benz  
do Brasil Ltda.  
Uma Empresa Daimler

S.B.Campo, 06.08.2009  
TPW-109/09

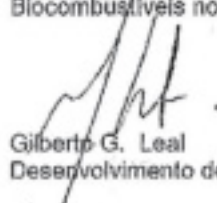
Ilmo. Sr.  
Dr. Leis Marcos Teixeira  
Presidente Executivo da Fetranspor  
Rio de Janeiro

Prezado Senhor.

Atendendo sua solicitação efetuada com ofício nº 162/2009 de 01/04/2009, visando atendimento à resolução ANP 02/2008, para efetuar testes de rodagem utilizando como combustível a mistura denominada B20, composta por 80% de Diesel conforme resolução ANP 32/2007 e 20 % de Biodiesel conforme resolução ANP 07/2008, ratificamos nosso compromisso de manutenção das condições de garantia para 10 veículos equipados com motores BR 900 e condições detalhadas abaixo.

- a) Veículos tipo OF 1722 e OF 1418 com motores OM 924 LA e OM 904 LA, respectivamente;
- b) A mistura B20 a ser utilizada, deverá corresponder integralmente as Resoluções ANP 07/2008 e 32/2007, com as recomendações de manter a resistência à oxidação mínima de 20 horas e quantidade de água máxima de 200 ppm;
- c) Na época do início de rodagem com a mistura B20, os veículos não poderão estar com mais de 10.000 km ou 3 meses de uso, o que primeiro ocorrer;
- d) Antes do início da rodagem é necessário informar os dados dos operadores, o número de chassi e motor dos veículos que comporão a frota, dados de operação e respectivas rotas;
- e) A Mercedes-Benz se reserva no direito, a seu critério, de recusar pedidos de ressarcimento de itens reclamados em garantia, não relacionados à utilização da mistura B20;
- f) Toda falha atribuída à utilização da mistura B20 deverá ser relatada pelo agente operador a Mercedes-Benz do Brasil Ltda.

Esperamos, desta forma, contribuir com o Programa e aproveitar para cumprimentá-los pela iniciativa que certamente contribuirá significativamente para o desenvolvimento dos Biocombustíveis no Rio de Janeiro e em todo o Brasil.

  
Gilberto G. Leal  
Desenvolvimento de Motores

  
Ronaldo Fontolan  
Pos Vendas

c.c.:

Ari de Carvalho – Diretoria de Pos Vendas  
Dr. Walter Sladek – Diretoria de Desenvolvimento  
Jackson Schneider – Diretoria de Pessoal e Relações Institucionais

 Mercedes-Benz - Marca registrada de Daimler, Stuttgart, Alemanha

Mercedes-Benz do Brasil Ltda.  
Av. Almirante Buzaid, 552  
São Bernardo do Campo - SP  
09560-000  
Fone: +55 11 4173 6611  
Fax: +55 11 4173 7667

**VOLKSWAGEN**

CAMINHÕES E ÔNIBUS IND. E COM. DE VEÍC. COMERCIAIS LTDA.



Resende, 11 de maio de 2009.

Ilmo.Sr.  
Dr. Leis Marcos Teixeira  
Presidente Executivo da Fetranspor  
Rio de Janeiro

Prezado Senhor,

Motivados pelo interesse da Federação das Empresas de Transportes de Passageiros (FETRANSPOR) e em parceria com o Governo do Estado do Rio de Janeiro de utilizar a mistura de biodiesel B20 (diesel com 20% de biodiesel) com o intuito de apoiar a candidatura da cidade do Rio de Janeiro aos Jogos Olímpicos de 2016, tendo como objetivo avaliar a performance, a viabilidade econômica e o desempenho ambiental da utilização do Biodiesel B20 em 05 veículos da empresa Real Auto Ônibus em rota urbana do Estado (rota 2016) e, com o espírito de contribuição e parceria que rege as nossas relações, a Volkswagen Caminhões e Ônibus vem por meio desta manifestar-se a respeito.

Fica autorizado o uso de biodiesel B20 conforme as especificações da ASTM e ANP, sendo para a mistura de Biodiesel a especificação da ASTM D7467 e as especificações da ANP de números 07/2008 para Biodiesel e 15/2006 para óleo diesel, nos 05 ônibus urbanos com chassi Volkswagen estipulados para participarem dos testes da frota de ônibus urbano da empresa Real Auto Ônibus do Estado do Rio de Janeiro, em caráter experimental, por período de 01 ano e desde que não ocorram problemas técnicos e com autorização prévia da VW, poderão ser prorrogáveis caso haja necessidade.

A Garantia dos veículos, que ainda a possuem, ficará mantida mesmo com a utilização de biodiesel B20, ficando apenas resguardado o direito da VW Caminhões e Ônibus de fazer qualquer análise mais detalhada quando houver comprometimento de qualquer peça ou componente em contato com o combustível. Esta análise tem por objetivo avaliar o funcionamento dos veículos e seus componentes com o uso de Biodiesel B20.

Sendo o que nos apresenta o momento e certos de estarmos reforçando os laços de parceria que unem a Federação das Empresas de Transportes de Passageiros (FETRANSPOR) e o Governo do Estado do Rio de Janeiro com a Volkswagen Caminhões e Ônibus, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,  
  
Paulo Allec  
Diretor de Engenharia  
Volkswagen Caminhões e Ônibus

VOLKSWAGEN Caminhões e Ônibus  
Ind. Com. de Veic. Comerciais Ltda.

Conjunto Industrial Resende  
Rua: Engº Alan da Costa Batista, 100  
Pedra Selada - Resende - RJ  
27511-970  
Fone: (24) 3381-1515

Endereço na Internet:  
<http://www.vwcaminhoeseonibus.com.br>

Unidade Camaubeiras  
Rua dos Camaubeiras, 168  
1º, 6º, 7º e 10º andares  
Jabaquara - São Paulo - SP  
04343-080  
Fone: (11) 5013-5537

Unidade Jabaquara  
Rua Volkswagen, 291  
7º, 8º e 9º andares  
Jabaquara - São Paulo - SP  
04344-901  
Fone: (11) 5582-5167

Unidade Vinhedo  
Av. Das Indústrias, s/nº 1º andar  
Lado direito  
Distrito Industrial - Vinhedo - SP  
13280-000  
Fone: (19) 3826-8119

Unidade Recife  
Rua Padre Carapuceiro, 733  
10º andar - Conjunto 1001  
Boa Viagem - Recife - PE  
51020-280  
Fone: (81) 3464-8669

Escritório Regional Rio de Janeiro  
Rua Lauro Mueller, 116 14º andar  
Sala 1405 - Torre do Rio Sul  
Rio de Janeiro - RJ  
22290-190  
Fone: (21) 3873-7490

Unidade Porto Alegre  
Rua Sete de Setembro, 730  
14º andar  
Centro - Porto Alegre - RS  
90010-190  
Fone: (51) 3214-4071

## ANEXO V - AUTORIZAÇÃO INEA



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE - SEA  
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA  
DIRETORIA DE INFORMAÇÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL

Ofício INEA / PRES Nº 669/10

Rio de Janeiro, 08 de março de 2010

Ilmº Sr.  
Lélis Marcos Teixeira  
M.D. Presidente Executivo da FETRANSPOR  
Rua da Assembléia, 10 - 39º andar - Centro  
20011-901 - Rio de Janeiro - RJ


Ref. Ofício 093/10 - Uso experimental do B20

Senhor Presidente,

Em atenção ao ofício em epígrafe, e com base na avaliação efetuada por nossa área técnica, comunicamos nosso parecer favorável à utilização do Biodiesel 20% (B20), em caráter experimental, em uma frota composta por 15 ônibus, observando os condicionantes estabelecidos no item 4 do referido parecer técnico.

Apresente autorização é válida por um período inicial de 9(nove) meses, podendo ser estendida ou suspensa, dependendo dos reflexos observados na qualidade do ar.

Sem mais para o momento, colho a oportunidade para renovar nossos protestos de estima e consideração.

  
LUIZ FIRMINO MARTINS PEREIRA  
PRESIDENTE



**inea** Instituto Estadual  
do Ambiente

Avenida Venezuela, 110 - Saúde - Rio de Janeiro - RJ-CEP: 20081-312 - Tel: 2332-4640  
[www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br)

## ANEXO VI – PARECER TÉCNICO - INEA



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
Secretaria de Estado do Ambiente - SEA  
Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – INEA

Rio de Janeiro, 03 de março de 2010

### PARECER TÉCNICO

#### 1. DO OBJETO

Trata o presente de solicitação da Semove – Federação das Empresas de Mobilidade do Estado do Rio de Janeiro, para concessão de novo prazo para utilização do BIODIESIL B20 (20% de biodiesel e 80% de óleo diesel convencional), em caráter experimental, como combustível em frotas de transporte coletivo de passageiros no Estado do Rio de Janeiro.

#### 2. DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

A região que irá utilizar o Biocombustível, segundo informação da FETRANSPOR, será a área urbana do Município do Rio de Janeiro, e será contemplada inicialmente uma frota de 15 ônibus urbanos que haverá de operar sem interrupções durante o ano de 2009. O referido experimento deverá consumir o equivalente a 480 m<sup>3</sup> de combustível, sendo 20% deste total de origem renovável (Biodiesel).

Estudos de emissão em veículos abastecidos com diversas misturas de Biodiesel, em anexo, têm revelado uma redução significativa nos teores de material particulado, óxidos de enxofre, monóxido de carbono e hidrocarbonetos totais e aromáticos, porém, o mesmo não ocorre com os óxidos de nitrogênio que apresenta um acréscimo, embora não elevado, na emissão.

No ar ambiente, o ozônio é um poluente que tem trazido preocupações, face aos níveis de concentrações crescentes encontrados. É sabido que o aumento da emissão de óxidos de nitrogênio poderá acarretar um aumento na concentração de ozônio, uma vez que os óxidos de nitrogênio e os hidrocarbonetos são os precursores da sua formação na troposfera.

Entretanto, alguns estudos têm revelado que o fator fundamental para a formação do ozônio é a relação entre a concentração desses dois poluentes.

Estudos realizados no sentido de estudar os processos de cinética química na atmosfera para formação do ozônio, sendo pioneira a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América - US.EPA, mostram através da utilização de modelos químicos de modelagens atmosféricas, que o êxito das estratégias de redução do ozônio troposférico, esta diretamente

## ANEXO VI – PARECER TÉCNICO - INEA (cont.)

relacionada com a relação entre os dois agentes precursores do poluente (VOCs/NOx), conforme pode ser observado pelas figuras 1 e 2 em anexo.

Analisando as figuras podemos verificar que à medida que a relação VOCs/NOx diminui, a concentração de ozônio também diminui.

Na tabela em anexo, está mostrada a relação VOCs/NOx, real obtidas nas diferentes regiões do Estado monitoradas pelo INEA e que serão contempladas no projeto apresentado pela FETRANSPOR para o teste do biodiesel. Da mesma forma está mostrada uma possível relação após implantação do projeto.

De acordo com a tabela, verificamos que nas três áreas analisadas, poderá ocorrer uma redução na relação dos precursores, conseqüentemente, até uma redução dos níveis de formação de ozônio.

A estratégia proposta pela FETRANSPOR tem como meta a redução das emissões de fontes móveis, principal agente de degradação do ar das grandes metrópoles, ratificado no inventário realizado na Região Metropolitana do ERJ, cujo resultado final revelou que as fontes móveis respondem por 77% das emissões geradas na região.

Cumprе ressaltar que o ambiente atmosférico, pela sua dimensão e, principalmente pelas inúmeras interferências a que está sujeito, principalmente a capacidade de dispersão de poluentes, é uma das componentes ambientais mais complexas de gerir, conseqüentemente qualquer estratégia adotada necessitará de acompanhamento sistemático da variação ocorrida na qualidade do ar.

Desta forma:

- Considerando o exposto acima;
- Considerando os níveis atuais de qualidade do ar nas regiões propostas;
- Considerando a redução esperada dos níveis de hidrocarbonetos emitido com a utilização do biocombustível.
- Considerando os valores apresentados nos estudos anexados;
- E, de acordo com o Artigo 2 da Portaria 240/03 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, para a autorização do uso de combustíveis ainda não especificados comercialmente a ANP exige parecer do órgão ambiental local e diante da determinação legal que prevê o uso obrigatório deste combustível (Biodiesel B5) no ano de 2013 em todas as regiões do país, conforme previsto na Lei Federal nº 11.097/05.

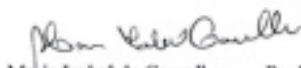
### 3. DO PARECER

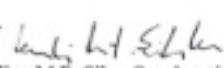
Com base nas considerações acima, somos favoráveis que o INEA Autorize em **prorrogação dos testes**, por um período de 9 (nove) meses, a utilização do Biodiesel B20, com as seguintes restrições/condicionantes:

#### 4. DAS RESTRICÕES/CONDICIONANTES

Sugerimos que a autorização seja emitida constando as seguintes restrições/condicionantes:

1. Caso alguma empresa ainda não esteja vinculada, a vinculação imediata de todas as empresas que irão operar com o Biodiesel B20, ao programa de Autocontrole de Fumaça Preta.
2. A Semove deverá informar, mensalmente ao INEA, através de relatório consubstanciado a evolução do programa, onde deverá constar consumo de combustível, empresas contempladas, quilometragem, entre outras informações.
3. O INEA poderá, a qualquer momento, suspender tal Autorização face aos níveis de qualidade do ar medidos.

  
Maria Isabel de Carvalho  
Chefe de Serviço  
Estudo do Ar  
Analista Ambiental/Química  
Matrícula 27/1357

  
Paulina M.P. Silva Cavalcanti  
Gerente da Qualidade do ar  
Analista Ambiental/Engenheiro  
Matrícula 27/864

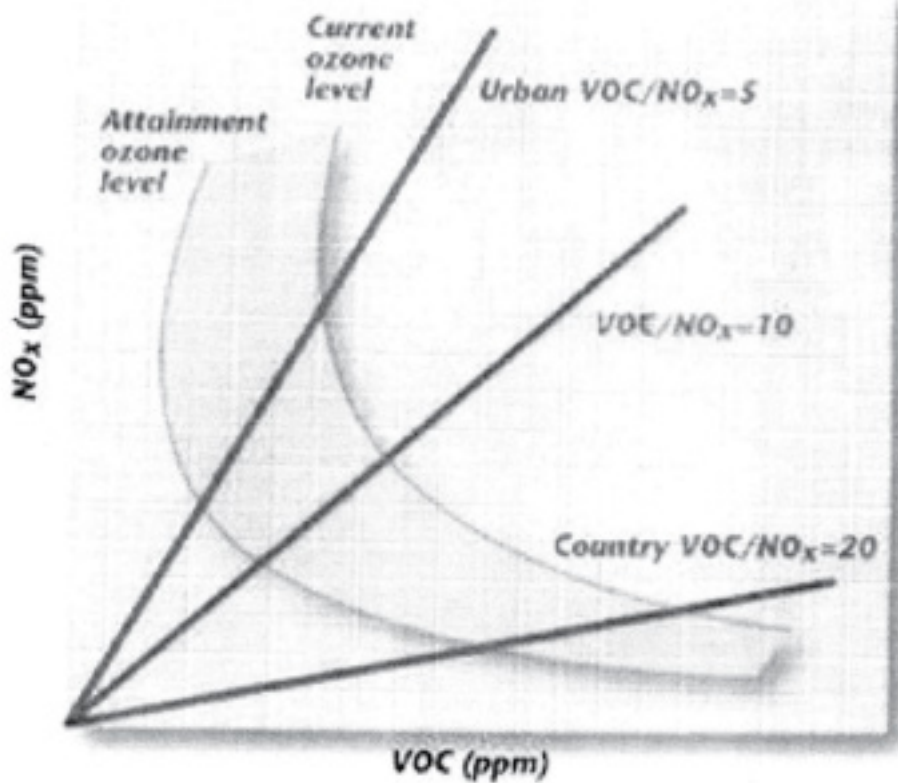
  
Luiz Martins Heckmaier  
Diretor  
Diretoria de Informações de  
Monitoramento Ambiental  
Matrícula 27/348



Figura 2

## Ozone isopleths

Lines of constant ozone level



The strategy required to reach the attainment ozone level (on the left of the graph) starting from the current ozone level (on the right) will depend on the initial VOC/NO<sub>x</sub> ratio.

A

Tabela 1 – Contribuições dos precursores de ozônio em áreas de características diversas do Estado do Rio de Janeiro

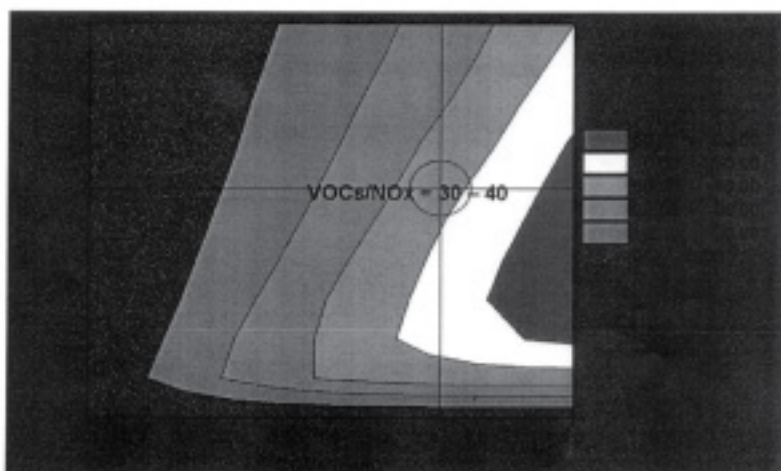
Tipologias área	NOx*	VOCs*	VOCs/NOx*	NOx**	VOCs**	VOCs/NOx**	Resultado estimado
Urbana	0,095	0,40	4,2	0,10	0,38	3,8	- 9,5% da razão atual
Indústria /tráfego pesado	0,015	0,351	23,4	0,016	0,333	20,8	- 11% da razão atual
Rural/Geração de energia	0,004	0,154	38,5	0,0042	0,146	34,8	-10% da razão atual

Nota:

- NOx\* - Concentração média de NOx obtidas ao longo dos últimos 5 (cinco) anos, expressa em (ppm).
- VOCs\* - Concentração média de COVs obtidas ao longo dos últimos 5 (cinco) anos, expressa em (ppm).
- VOCs/NOx\* - relação utilizada para implementação de estratégia de redução dos precursores de ozônio
- NOx\*\* - Concentração média de NOx, estimada pelo aumento de aproximadamente 5% do poluente, após o início dos testes do biodiesel.
- VOCs\*\* - Concentração média de COVs, estimada pela redução de aproximadamente 5% do poluente, após o início dos testes do biodiesel.
- VOCs/NOx\*\* - relação dos precursores após o início dos testes do biodiesel.

A

Figura 1 – Isopletas de concentrações de O<sub>3</sub> em função da relação VOCs/NOx

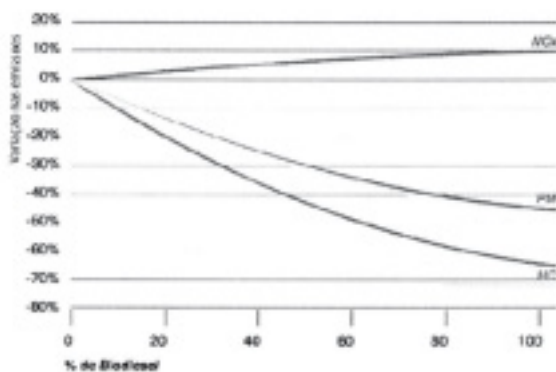


**Anexo**

**Aspectos ambientais**

Proporcionalmente ao seu teor em uma mistura com diesel, o biodiesel promove uma redução das principais emissões associadas ao derivado de petróleo, com a exceção notável dos óxidos de nitrogênio (NOx). O incremento observado nas emissões desse poluente, não é elevado, 2% a 4% para o B20, mas deve ser considerado porque é um dos principais precursores do ozônio troposférico, atualmente, o mais grave problema da qualidade do ar na maior cidade brasileira (São Paulo/SP). O aumento das emissões de NOx associado ao biodiesel tem sido confirmado por muitos estudos. Sua atenuação tem sido sugerida com o uso de aditivos e alterações nos motores. Não consta desta figura o importante efeito sobre os óxidos de enxofre (SOx). Como o biodiesel não contém enxofre, as emissões destes óxidos são reduzidas com o uso do biodiesel.

**Efeito do biodiesel sobre as emissões associadas ao diesel**



As emissões de gases de efeito estufa associadas ao biodiesel têm sido avaliadas na última década, nas condições europeias, considerando o uso de colza e soja como matérias-primas e ésteres metílico como B10 e B20. Os resultados, expressos em biodiesel puro (B100), indicam reduções de 40% a 60% das emissões correspondentes ao diesel puro. Resultados mais recentes mostram variação ainda maior para éster metílico de colza, em função das condições de rotação de culturas, uso de fertilizantes e uso ou não da glicerina.

A redução das emissões de gases de efeito estufa pode ser relevante, contudo os valores monetários associados a possíveis créditos de carbono são ainda pequenos.

Para valores de crédito entre US\$ 1 e 5/ t de carbono evitado, estes valores corresponderiam à cerca de 3% do custo de produção.

**Referencia bibliográfica:**

- [www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br)
- [www.biodieselbr.com](http://www.biodieselbr.com)

## Conselho de Administração

### Titulares

Presidente: José Carlos Reis Lavouras

Vice-Presidente: João Augusto Morais Monteiro

Demais Conselheiros:

Narciso Gonçalves dos Santos

Generoso Ferreira das Neves

Florival Alves

José Carlos Cardoso Machado

Marcelo Traça Gonçalves

João dos Anjos Silva Soares

Francisco José Gavinho Geraldo

Alexandre Antunes de Andrade

Amaury de Andrade

Joel Fernandes Rodrigues

### Suplentes

Isidro Ricardo da Rocha

Manuel João Pereira

Manoel Luis Alves Lavouras

Domenico Emanuelle Siqueira Lorusso

Jacob Barata Filho

Marco Antônio Feres de Freitas

## Conselho Fiscal

### Efetivos

Valmir Fernandes do Amaral

Luiz Ronaldo Caetano

Humberto Valente

### Suplentes

Carlos Alberto Souza Guerreiro

Jorge Luiz Loureiro Queiroz Ferreira

Fábio Teixeira Alves

## Delegado Representante – Cnt

### Efetivo

Narciso Gonçalves dos Santos

### Suplente

Jacob Barata Filho