

# POLÍTICA ESTADUAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

GRUPO DE TRABALHO DE TRANSPORTES SUSTENTÁVEIS

## Plano de Transportes Sustentáveis

Relatório:

*Inventário de Emissões, Diretrizes e  
Orientação para o Programa de Ações.*

*julho/2013*



## Secretaria de Logística e Transportes

Saulo de Castro Abreu Filho  
*Secretário de Logística e Transportes*

### Equipe Técnica

**Rafaela Di Fonzo Oliveira**

*Coordenadora Geral do Grupo Técnico de Transportes Sustentáveis*

**Milton Xavier**

*Coordenador Técnico do Grupo Técnico de Transportes Sustentáveis*

**Mario Eduardo Garcia**

*Especialista em Planejamento Estratégico*

**Francisco Emílio Baccaro Nigro**

*Especialista em Combustíveis Alternativos, Veículos e Motores*

**Gabriel Murgel Branco**

*Especialista em Emissões Veiculares*

**Paulo Celso Pinheiro**

*Análise de Consistência e Finalização do Relatório*

### Grupo Técnico de Transportes Sustentáveis

**Rafaela Di Fonzo Oliveira**

*Secretaria de Logística e Transportes – Coordenadora Geral*

**Milton Xavier**

*Secretaria de Logística e Transportes – Coordenador Técnico*

**Roberta Buendia Sabbagh**

*Casa Civil*

**André Luiz Grotti Clemente**

*Secretaria da Fazenda*

**Mário Imura**

*Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional*

**Maria Clara Furquim Werneck Abdelhai**

*Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional*

**Manuela Santos Nunes do Carmo**

*Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional*

**Melissa Giacometti de Godoy**

*Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional*

**Maria Angélica Campello P. Portella Pereira**

*Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional*

**José Renato Soibelmann Melhem**

*Secretaria do Desenvolvimento Metropolitano*

**Luiz Cortez**

*Secretaria dos Transportes Metropolitanos*

**Alberto Epifani**

*Secretaria dos Transportes Metropolitanos*

**Júlio César Ângelo Martilelli**

*Secretaria dos Transportes Metropolitanos*

**Ivan Regina**

*Secretaria dos Transportes Metropolitanos*

**Oswaldo Lucon**

*Secretaria do Meio Ambiente*

**Carlos Ibsen Vianna Lacava**

*Secretaria do Meio Ambiente*

**Francisco Emílio Baccaro Nigro**

*Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia*

**Milton Fávio M. Lautenschlager**

*Secretaria de Energia*

**Ieda Maria de Oliveira Lima**

*Secretaria de Energia*

**José Luiz de Carra**

*Secretaria de Energia*

**José Emílio de Barros**

*Secretaria da Habitação*

### Comissão Ambiental da Secretaria de Logística e Transportes - CASLT

**Rafaela Di Fonzo Oliveira**

*Secretaria de Logística e Transportes – Coordenadora Geral da CASLT*

**Milton Xavier**

*Secretaria de Logística e Transportes*

**José Francisco Guerra da Silva**

*Departamento de Estradas de Rodagem – DER*

**Pedro Umberto Romanini**

*Ag. Reguladora dos Serviços Delegados de Transportes – ARTESP*

**Mika Saito**

*Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo – DAESP*

**Marcelo Poci Bandeira**

*Departamento Hidroviário – DH*

**Marcelo Arreguy Barbosa**

*Desenvolvimento Rodoviário S/A – DERSA*

**Adriano Truffi Lima**

*Companhia Docas de São Sebastião*



## Sumário

1	Antecedentes e Contexto.....	7
2	Metodologia Adotada .....	11
3	Inventário das Emissões do Setor de Transportes e Cenários para 2020.....	13
3.1	Aspectos Gerais .....	13
3.2	Síntese dos Resultados do Inventário .....	13
3.3	Síntese dos estudos e projeções do consumo de energia .....	17
4	Políticas.....	23
4.1	O uso extensivo de biocombustíveis em substituição aos fósseis.....	24
4.2	PROÁLCOOL: uma longa conquista que o Estado precisa defender e preservar .....	27
4.3	Intensificação da política para veículos leves flexíveis etanol/gasolina para redução de CO <sub>2</sub> .....	31
4.4	Aumento de Eficiência de Veículos com Motorização do Ciclo Otto.....	31
4.5	Abatimento de Emissões Decorrente do Uso de Biodiesel e outras alternativas que não exigem alterações tecnológicas profundas.....	32
4.6	A Substituição do Diesel nas Frotas de Ônibus Urbanos mediante a aplicação de tecnologias avançadas.....	33
4.7	A implementação dos planos de transportes metropolitanos e regionais no estado de São Paulo. ....	33
4.8	Ampliação do Controle sobre a Manutenção dos Veículos no Estado de São Paulo .....	36
4.9	Renovação da Frota de Caminhões.....	36
4.10	Ações para Evitar a Parada de Caminhões nos Postos de Pedágio.....	37
4.11	Uso de combustíveis Renováveis na Substituição do QAV .....	37
4.12	Síntese das políticas discutidas .....	38
5	Síntese do Plano de Ação .....	39
6	Os Próximos Passos. ....	45



## 1 Antecedentes e Contexto

O presente relatório sintetiza os trabalhos e recomendações do Grupo de Trabalho de Transportes Sustentáveis (GTT) criado pelo Comitê Gestor da PEMC, consolidados em julho de 2013. Sua edição coube à Secretaria de Logística e Transporte, no cumprimento de suas funções como coordenadora das atividades do GTT.

De conformidade com o disposto na Lei no. 13.798, a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC determina que as emissões de CO<sub>2</sub> em 2020 sejam iguais a 80% daquelas de 2005 – ano-base (art. 32, §1º). Para traduzir essa meta para o campo dos transportes, assumiu-se desde o relatório inicial do GTT, de dezembro de 2010, uma meta proporcional nesse setor. Assim tendo em vista que em 2005 os transportes produziram 39,8 MtCO<sub>2</sub><sup>1</sup>, o volume emitido em 2020 deverá ter como teto 31,8 MtCO<sub>2</sub>.

O diagnóstico de 2010 teve os seguintes destaques, referidos à situação em 2005:

- Os modos sobre pneus responderam por 81% das emissões.
- Dentro desses modos os transportes de cargas de longa distância e o transporte urbano de passageiros individual motorizado foram responsáveis por, respectivamente, 11,5 e 10,2 MtCO<sub>2</sub>, ou seja, contribuem com <sup>2</sup>/<sub>3</sub> das emissões do modo.

O diagnóstico indicou ainda que, em um cenário tendencial ("business as usual" ou BAU), isto é, na ausência de medidas de maior fôlego para a redução das emissões, estas atingiriam cerca de 76 MtCO<sub>2</sub> em 2020, o que representaria uma ampliação da ordem de 90% das quantificadas em 2005, em vez da almejada redução de 20%.

Para o fechamento ou diminuição substancial desse grande *gap* o diagnóstico apontou a política de aumento do uso do etanol como a de maior alcance, podendo produzir um resultado consideravelmente maior do que a soma de todas as outras medidas aventadas.

\* \* \* \* \*

O Artigo XII da Lei no. 13.798 especifica as políticas a adotar para o cumprimento dos objetivos do transporte sustentável, nos seguintes domínios<sup>2</sup>:

### Transporte urbano (ênfase passageiros):

- prioridades para o transporte urbano e coletivo (I);
- implantação de rede metroferroviária, corredores de ônibus, ciclovias e aquavia urbana (II);
- bilhete único nas regiões metropolitanas (IV);

---

<sup>1</sup> Cf relatório GTT dezembro de 2010.

<sup>2</sup> Os algarismos romanos entre parênteses indicam as seções pertinentes do Artigo XII.

- metas para a ampliação da oferta de transporte público e estímulo a meios de transporte menos poluidores (III);
- racionalização e melhora da fluidez do tráfego e redução do congestionamento (V);
- geração de emprego e oferta de serviços públicos em áreas periféricas predominantemente residenciais (VII);
- privilegiar modais de transporte mais eficientes e com menor emissão por passageiro ou unidade de carga (XXIII);
- indução ao uso de sistemas eletrificados de transporte coletivo (XXVII,d).

#### Transporte de cargas:

- metas para a ampliação da oferta de transporte público e estímulo a meios de transporte menos poluidores (III);
- estímulo a entrepostos de veículos de carga e outras opções de troca de modais (VI);
- privilegiar modais de transporte mais eficientes e com menor emissão por passageiro ou unidade de carga (XXIII).

#### Tecnologia:

- definição de padrões de desempenho ambiental de veículos (XII), melhoria da qualidade dos combustíveis (XXVII, a);
- pesquisas e desenvolvimento na área do transporte sustentável (XVII).

#### Medidas de gestão:

- Controle e redução de emissões de veículos (IX);
- renovação da frota (X);
- fiscalização e controle das emissões veiculares e cadastro ambiental de veículos (XIV e XV);
- controle de emissões evaporativas em veículos, bem como postos de abastecimento, etc (XVIII);
- combate a medidas e situações que, de qualquer forma, estimulem a permanência de veículos obsoletos e o uso de combustíveis mais poluentes (XXI);
- estímulo ao uso de veículos individuais de menor porte, mais eficientes e menos emissores de gases de efeito estufa (XXVII,f);
- Medidas de emergência e de restrição à circulação de veículos face a episódios críticos (XVII);
- inibição das condutas de trânsito que agravem as condições ambientais (XIX);
- distribuição da ocupação de vias e rodovias, como o escalonamento de horários (XX);
- cobrança por atividades emissoras de gases de efeito estufa e pelo uso de vias terrestres (XXII);



- Informação ao consumidor sobre as emissões dos veículos e o consumo de combustível (XI);
- informação ao público sobre poluição e seus efeitos e sobre planos de mobilidade (XIII);
- melhoria da comunicação nos sistemas de trânsito e transportes (XXV, f), educação e campanhas ambientais (XXVI);
- Avaliação ambiental estratégica (VIII);
- inventário das emissões (XVI);
- proteção da cobertura vegetal (XXIV);
- conservação de energia (XXVII,c);
- revisão das políticas energética e fiscal do Estado (XXIX).

Tendo em vista a importância que o diagnóstico de 2010 deu à política de ampliação do uso do etanol, assinalaram-se com letra azul, nas políticas acima, as que têm mais foco na redução das emissões por veículo. Pode-se notar que, especialmente nas recomendações para o transporte urbano e de cargas, a lei confere prioridade para os modos menos poluidores (isto é, com menor emissão relativa) e não, diretamente, à redução absoluta da emissão por veículo dentro de um mesmo modo. Nos demais tópicos desse artigo da lei a ideia da mudança de combustível não é claramente evidenciada, embora ela não seja estranha à diretriz geral de redução de emissões por veículo que eles preconizam.

\* \* \* \* \*

Como, historicamente, os maiores investimentos públicos e a capacidade de indução governamental têm estado mais concentrados na estratégia de mudança modal, ficou claro para o GTT, após o diagnóstico de 2010, que era necessário aprofundar os estudos para certificar a importância da estratégia de ampliar o uso do etanol, como principal meio para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, em particular no âmbito dos transportes de cargas de longa distância e do transporte urbano de passageiros individual motorizado. Não se tratava de anular ou arrefecer a política de mudança modal, pois ela se justifica por motivos independentes da sua habilitação para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>. Mas era preciso confirmar a necessidade de dar ênfase equivalente à estratégia de mudança de combustível, no que diz respeito aos objetivos da PEMC, tendo em vista os vastos desdobramentos dessa diretriz.

Para tanto, os estudos, na nova etapa, iniciaram-se pelo levantamento do inventário de emissões, aliás, uma tarefa preconizada pela PEMC, como antes exposto (seção XVI do Artigo XII da Lei 13.798).



## 2 Metodologia Adotada

Na essência, a metodologia de revisão do inventário foi realizada usando, sempre que possível, uma abordagem designada por "*bottom up*", que calcula o inventário pormenorizado das emissões dos diversos gases por tipo de veículo e condições de utilização. Ela procura detalhar os indicadores de consumo e de emissões de gases poluentes e de efeito estufa para os diversos tipos de veículos e aplicações

Essa abordagem aplica-se em especial para os veículos sobre pneus, com deslocamento urbano e interurbano. Para esses modais buscam-se resultados finais consistentes entre (a) o volume de emissões a partir da análise dos elementos de produção de transporte – expressa em t.km e pax.km – por segmento de serviço e tipo de veículo e, (b) de outro lado, em um contraponto "*top down*", a oferta de combustíveis por tipo e por segmento de consumo – expresso pelas estatísticas de volume de venda da Secretaria de Energia. Esse cotejo não é possível para os modos ferroviário, hidroviário e aeroviário, cujo estudo é limitado à análise "*top-down*". A abordagem "*bottom up*" detalha os indicadores de consumo e de emissões de gases poluentes e de efeito estufa para os diversos tipos de veículos e aplicações, enquanto que a "*top-down*" se atém ao consumo dos diferentes combustíveis e de sua evolução futura para a frota como um todo.

A evolução da frota e seus impactos, por sua vez, são condicionados por diferentes cenários de crescimento econômico e de intensidade de aplicação de medidas de proteção ambiental. Tais cenários deverão computar parâmetros estimativos de ganhos de eficiência energética e de emissão de gases para os veículos novos. Os resultados de consumo dos diferentes combustíveis obtidos por esta abordagem servirão para calibrar integralmente os indicadores de consumo e de emissões de CO<sub>2</sub> resultantes da vertente que estima as emissões a partir da produção de transportes.

O inventário das emissões tem como base a frota de veículos do estado do ano de 2011. Como já mencionado foi feita a consistência do inventário para a emissão de CO<sub>2</sub> baseado nos consumos de combustíveis do Estado no cenário atual, por modo de transporte, nos moldes das exigências da Política Estadual de Mudança Climática do Estado de São Paulo – PEMC. Em relação às estimativas feitas em 2010 houve um aprimoramento do processo de cálculo do inventário de emissões. Sem prejuízo da adoção de medidas imediatas para atenuar as emissões de CO<sub>2</sub>, descritas neste relatório, há espaço para aprimoramentos adicionais que devem ser feitos no decorrer do desenvolvimento dos estudos do PDLT 2030 e dos trabalhos de atualização do PITU na esfera da STM, destacando-se os seguintes aspectos:

- Aprimoramento ao processo de cálculo do inventário de emissões incluindo a estimativa da emissão de “etanol não queimado” (um poluente ainda em processo de regulamentação ambiental para o controle da formação de ozônio);

- Atualização dos fatores de deterioração das emissões em função da quilometragem do veículo;
- Aprimoramento das estimativas de quilometragem média anual para os diversos tipos de veículos e usos;
- Quantificação da frota de veículos de transporte coletivo urbano em cidades do interior;
- Detalhamento das informações operacionais da frota de distribuição urbana na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) como frota, tipo de combustível quilometragem média anual.
- Aprimoramento do cálculo de emissões dos modos ferroviário, hidroviário e aeroviário;
- Articulação com as empresas do setor de transporte metropolitano de passageiros urbanos – Metrô, CPTM e EMTU – para definição de critérios para incorporação das emissões dos seus respectivos subsistemas no quadro geral de emissões futuras em vista dos investimentos programados.

### **3 Inventário das Emissões do Setor de Transportes e Cenários para 2020**

#### **3.1 Aspectos Gerais**

O inventário desenvolvido é referenciado a 2011 e é voltado à emissão veicular, de forma a caracterizar e hierarquizar as fontes de emissão de diversos poluentes e GEE, dentre os quais o CO<sub>2</sub>, diretamente relacionadas aos deslocamentos de bens e pessoas. Em relação às estimativas realizadas em 2010, o presente inventário incorpora informações mais precisas tais como a quilometragem anual e o percentual de veículos em mau estado de manutenção, extraídos do Programa de Inspeção e Manutenção do Município de São Paulo, as emissões evaporativas do abastecimento de combustíveis e as estimativas das emissões dos sistemas de transporte ferroviário, hidroviário e aeroviário no Estado de São Paulo. A incorporação dos demais modos além do rodoviário permite uma visão global e relativa de todos os modos de transporte sob critérios compatíveis.

Outra inovação refere-se à conversão das emissões de compostos orgânicos em “potencial de formação de ozônio”, convertendo-os em “HC equivalente” numa mesma base de comparação dos seus efeitos sobre as reações fotoquímicas atmosféricas.

#### **3.2 Síntese dos Resultados do Inventário**

Os resultados refletem a situação do ano base 2011 para o Estado de São Paulo, para a qual se dispõe das estatísticas mais representativas da realidade atual. O presente inventário atende os objetivos delineados na seção 1 (Antecedentes e Contexto) deste documento, que visam aferir a importância da política de ampliação do uso do etanol, com a segurança necessária para ensejar ação imediata.

Sob os demais aspectos, que podem influir no elenco das demais políticas recomendadas na PEMC, deve ser considerado que o relatório ainda comporta aperfeiçoamentos, em vista dos distintos estágios de maturidade e desenvolvimento dos métodos e dados disponíveis. Esses aprimoramentos serão introduzidos ao longo da elaboração (em curso) dos planos estratégicos de transporte metropolitano e estadual, realizados pelas secretarias STM e SLT, que fornecerão importantes subsídios sobre demanda e oferta futuras de transportes de passageiros e de carga.

A esta altura, mesmo com conhecimento parcial de determinados aspectos, foi possível identificar a hierarquia de relevância das fontes de emissões, permitindo (a) a já citada confirmação da principal estratégia no campo dos transportes voltada ao equacionamento ambiental do Estado de São Paulo, no que concerne aos GEE, (b) propor uma agenda executiva para implementar essa estratégia e (c) definir as prioridades para o aprimoramento das informações necessárias ao refinamento do inventário.

Para comparar os diversos tipos de veículos, seus combustíveis e formas de utilização:

- os veículos leves foram categorizados em gasolina, álcool e flex, motos a gasolina, flex e de motofrete (uso intenso);
- os veículos a diesel individualizados em caminhões (até 30 t), caminhões trator (acima de 30 t), utilitários e ônibus;
- outros modos: aviões, ferrovias, hidrovias e;
- as perdas evaporativas, nos abastecimentos e transferências de combustíveis.

A análise dos resultados foi realizada em separado para cada poluente, pois tanto as fontes quanto os seus efeitos são específicas para cada um.

Os volumes de Gases de Efeito Estufa (GEE) foram comparados em termos dos respectivos potenciais de contribuição para o aquecimento global. No caso dos GEE emitidos pelos veículos, sabe-se que o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o metano (CH<sub>4</sub>) possuem potenciais de contribuição para o efeito estufa de cerca de 325 e 21,5 vezes maiores do que o do CO<sub>2</sub>, respectivamente. Estas emissões estão expressas em termos de CO<sub>2</sub> equivalente para o aquecimento global, de forma a permitir a comparação das fontes veiculares entre si. Como a emissão de N<sub>2</sub>O é muito baixa e pouco conhecida, foram utilizados fatores de emissão oriundos de fontes bibliográficas que estão superestimados, o que permite trabalhar em favor da segurança quanto à avaliação da relevância deste gás nas estratégias de controle do efeito estufa pelo transporte. Mesmo utilizando-se fatores de emissão superestimados, a emissão de N<sub>2</sub>O se mostrou desprezível frente à emissão de CO<sub>2</sub> das mesmas fontes.

No caso dos veículos sobre pneus, com deslocamento urbano e interurbano, cujos impactos são mais importantes pela sua intensidade de uso, o conhecimento detalhado das frotas e hábitos de cada segmento permite a análise “*bottom-up*” a partir da atividade estatisticamente registrada. Enseja ainda a comparação do consumo de combustível, calculado com base no balanço de carbono das emissões estimadas, com o volume de vendas de cada combustível também registrado no Estado de São Paulo, para verificar o grau de incerteza dos resultados de emissão obtidos. Esta comparação assegurou ao inventário uma incerteza inferior a 3% no cálculo das demandas energéticas. As diferenças encontradas foram utilizadas como fatores de correção para todas as emissões, tornando-as consistentes com as atividades de produção de transportes e com o consumo de combustíveis no Estado. No caso dos modos ferroviário, hidroviário e aeroviário este confronto ainda não foi possível, pois os resultados do inventário para estes segmentos foram obtidos apenas a partir de estatísticas gerais de consumo de combustíveis, através de abordagem do tipo “*top-down*”.

Na avaliação da consistência dos dados e estatísticas disponíveis, a proporção de uso de etanol e de gasolina nos veículos flex foi determinada pela comparação das tendências do consumo de álcool e gasolina antes e depois da produção de veículos flex, identificando-se a tendência estatística de evolução do consumo de cada combustível pelas frotas de veículos a álcool, a gasolina e flex.

Foi realizado também um estudo comparativo de informações oriundas de diversas fontes para a determinação das tendências de sucateamento das frotas de cada categoria de veículo e da quilometragem percorrida anualmente pelos veículos rodoviários, para o que as estatísticas obtidas do Programa de Inspeção e Manutenção do Município de São Paulo, I/M-SP, proporcionaram relevantes aprimoramentos.

Os fatores de emissão dos veículos rodoviários foram obtidos a partir dos relatórios da CETESB sobre a certificação de veículos novos, sendo os fatores de deterioração resultantes de estudos realizados por empresa de consultoria especializada<sup>3</sup> através de medições de emissão por sensoriamento remoto e dos dados do Programa I/M-SP.

Já para os veículos não rodoviários, estes fatores foram obtidos a partir de comparações dos motores brasileiros e informações obtidas de pesquisas realizadas no exterior, em sua maioria pela agência ambiental norte-americana<sup>4</sup>. Apesar da precariedade das informações disponíveis no Brasil, a análise de consistência entre o que se conhece e as informações estrangeiras evidenciaram a necessidade de uma revisão do sistema ferroviário, e talvez do hidrovial, quanto à sua eficiência energética para assegurar a sua competitividade com o transporte rodoviário, o que está diretamente ligado à problemática da emissão de gases de efeito estufa, posto que os modos ferroviário e hidrovial possuem características para serem modos de transporte muito mais eficientes que o rodoviário.

A Tabela 3.1 resume as emissões por tipo de veículo e a contribuição relativa nos gases de efeito estufa, GEE (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O). Para melhor visualização das escalas de prioridades, os segmentos com maior participação em cada GEE estão ressaltados em vermelho.

O primeiro bloco, cujos valores estão todos expressos em milhares de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente em termos da sua contribuição para o efeito estufa, indica as emissões totais de GEE por cada modo de transporte e combustível e, destes totais, quanto já está sendo evitado com o uso que se faz de combustíveis renováveis.

O segundo bloco exibe as contribuições dos diversos modos na emissão total de GEE, evidenciando a relevância quase que exclusiva do CO<sub>2</sub>. A última linha deste bloco (GEE evitado c/ renováveis) indica a redução de GEE já obtida com as políticas de renováveis atuais para cada modo de transporte em separado. É importante ressaltar que no caso do álcool, embora o combustível seja totalmente renovável, a redução de GEE não chega a 100% devido à emissão de CH<sub>4</sub>, que não é regulamentada para este combustível. Entretanto, no geral, as políticas de uso de combustíveis renováveis já produziram reduções da ordem de 20% do total de GEE emitido pelos transportes em geral.

A partir do terceiro bloco são fornecidas indicações de características comuns entre os diversos modos de transporte, tais como, tipo de motor e combustível, de utilização, de padrões típicos de emissão de GEE, e quais os programas de eficiência energética e biocombustíveis a eles associados.

---

<sup>3</sup> EnvironMentality - Tecnologia com Conceitos Ambientais

<sup>4</sup> US Environmental Protection Agency - EPA

Tabela 3.1 – Emissões anuais por origem e tipo de veículo

GEE - mil t CO <sub>2</sub> equivalente													
	Gasolina	Alcool	Flex	Motos	Motofrete	Caminhões	Caminhões trator	Utilitários	Ônibus	Aviões	Ferrovia	Hidrovia	Total
<b>SOMA GEE</b>	9.012	156	7.699	1.002	373	7.334	3.756	8.372	6.344	7.099	590	190	<b>51.927</b>
<b>CO<sub>2</sub> evitado c/ renováveis</b>	2.506	618	8.511	152	55	352	180	402	304	0	29	8	<b>13.116</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	15%	0%	13%	2%	1%	14%	7%	16%	12%	14%	1%	0%	<b>94%</b>
<b>CH<sub>4</sub></b>	0,9%	0,3%	0,7%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	<b>2%</b>
<b>N<sub>2</sub>O</b>	1,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,4%	0,2%	0,4%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	<b>3%</b>
<b>SOMA GEE</b>	16%	0%	14%	2%	1%	14%	7%	16%	12%	14%	1%	0%	<b>100%</b>
<b>GEE evitado c/ renováveis</b>	-22%	-80%	-53%	-13%	-13%	-5%	-5%	-5%	-5%	0%	-5%	0%	<b>-20%</b>
<b>TIPO</b>	<b>OTTO</b>					<b>DIESEL</b>			<b>QAV</b>	<b>DIESEL</b>			
<b>UTILIDADE</b>	<b>PASSEIROS</b>				<b>CARGA</b>		<b>MISTO</b>	<b>PASS.</b>	<b>MISTO</b>	<b>CARGA</b>			
kgCO <sub>2</sub> / mil tku (típico)						<b>90</b>			<b>1.070</b>	<b>30</b>	<b>24</b>		
<b>Bio combustíveis</b>	<b>ETANOL</b>					<b>BIODIESEL</b>				<b>BIOD.</b>			
<b>Eficiência energética</b>	<b>PBEV</b>			<b>Novos Programas são necessários</b>						<b>&gt; EFICIÊNCIA</b>			

FONTE: Elaborado no estudo

Tendo em vista que os cálculos de todos os poluentes estão intimamente ligados, a Tabela 3.2 sintetiza os resultados das emissões totais anuais calculadas e apresentadas em grupos, a saber, emissões orgânicas segundo sua origem, cárter, evaporativa e escapamento, inclusive a caracterização em aldeídos e etanol, os demais poluentes locais regulamentados, CO, NO<sub>x</sub> e material particulado.

A estrutura desta tabela é essencialmente a mesma da Tabela 3.1, agora voltada aos poluentes locais, que possuem ação direta no meio ambiente, principalmente urbano, e na saúde da população. No caso dos compostos orgânicos, as emissões de hidrocarbonetos, metano, etanol e aldeídos e foram calculadas separadamente e sua soma ponderada pelas respectivas reatividades fotoquímicas, resultando em uma massa de hidrocarbonetos equivalente em ozônio.

Para melhor visualização das escalas de prioridades, os segmentos com maior participação em cada poluente estão ressaltados em vermelho, sendo cinco para cada poluente.



Tabela 3.2 – Emissões anuais de poluentes locais por origem e tipo de veículo

% de participação

	Gasolina	Álcool	Flex	Motos	Motofrete	Caminhões	Caminhões trator	Utilitários	Ônibus	Aviões	Ferrovia	Hidrovia	Abastecimento
Comp. Orgânicos (equiv. em ozônio)	29%	5%	18%	19%	7%	3%	4%	2%	3%	3%	1%	2%	5%
CO	46%	10%	14%	9%	2%	4%	5%	3%	4%	2%	0%	1%	0%
NO <sub>x</sub>	5%	1%	1%	1%	0%	21%	14%	16%	18%	6%	4%	14%	0%
MP	9%	1%	11%	0%	0%	21%	16%	11%	17%	0%	3%	11%	0%
TIPO	OTTO				DIESEL				QAV	DIESEL			
UTILIDADE	PASSAGEIROS				CARGA		MISTO	PASS.	MISTO	CARGA			
kgCO <sub>2</sub> /mil tku (típico)					90				1.070	30	24		
Bio combustíveis	ETANOL				BIODIESEL					BIOD.			
Eficiência energética	PBEV		Novos Programas são necessários							> EFICIÊNCIA			

FONTE: Elaborado no estudo

### 3.3 Síntese dos estudos e projeções do consumo de energia

A estimativa da demanda de energia do setor transporte para 2020 foi feita adotando-se uma abordagem que correlaciona os dados de consumo de energia com o produto interno bruto do estado, assumido um cenário típico tendencial<sup>5</sup> para os coeficientes de consumo. Os estudos foram desenvolvidos baseando-se em dados oficiais para o consumo de energia por modo e na série histórica do produto (PIB)<sup>6</sup>. A Figura 1 apresenta a evolução do consumo de energia pelos vários modos de transporte no país, desde 1980, juntamente com o desempenho do PIB no mesmo período.

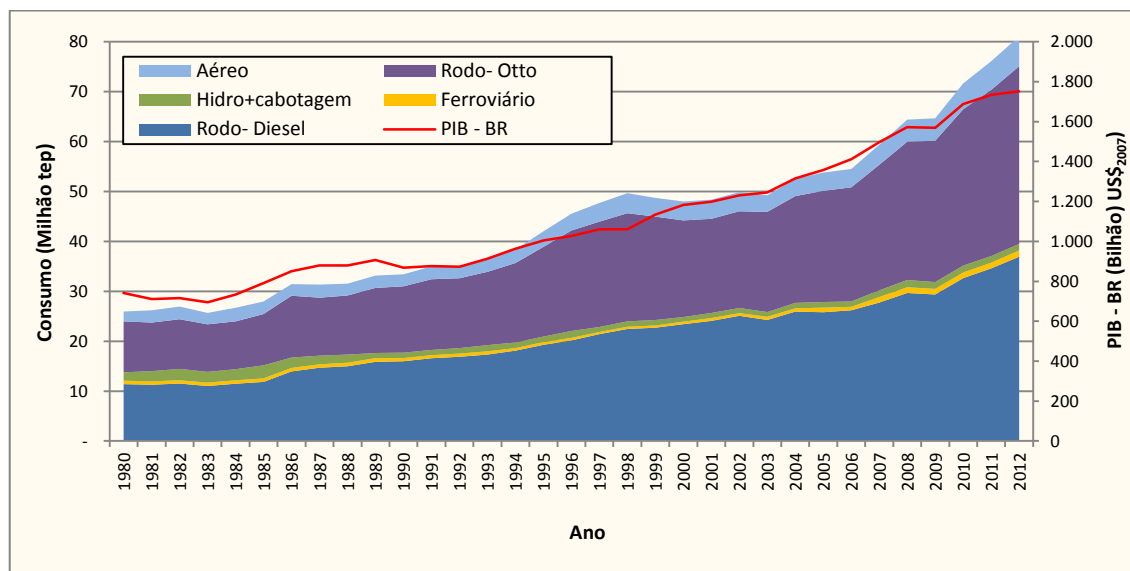
O consumo dos modos sobre pneus, urbano e interurbano, que foi dividido entre Otto e Diesel, tem respondido por aproximadamente por 89% do consumo energético. O modo aeroviário, incluída aviação internacional responde por cerca de 8%, restando 3%, para os modos, ferroviário e aquaviário. O consumo total acompanha a tendência geral do PIB do país, com uma elasticidade média da taxa de crescimento do consumo de energia dos últimos 20 anos de cerca de 120% da taxa de crescimento do PIB. Importante observar que, em ocasiões de maior percepção da renda, em períodos como o da implantação do Plano Real e em período mais recente, verifica-se um claro descolamento das curvas, com o consumo dos automóveis crescendo a taxas sensivelmente superiores à do PIB. Vale

<sup>5</sup> Tipo “business as usual”- BAU

<sup>6</sup> Os dados históricos de consumo nacional do setor transporte foram obtidos do BEN - Balanço Energético Nacional. Para o Estado de São Paulo foram utilizados os dados do Balanço Energético do Estado de São Paulo - BEESP. As séries históricas PIB do País e do Estado de São Paulo são divulgadas pelo IBGE e pela Fundação SEADE. Estes dados são referenciados em valores constantes do dólar de 2007.

ressaltar ainda que o consumo de gasolina, gás natural e etanol, “Rodo-Otto”, que está associado ao transporte individual, tem aumentado sua participação relativa no consumo total, atingindo quase 50% da energia consumida no transporte sobre pneus do país.

Figura 1 – Evolução do Consumo de Energia em Transporte e do PIB no Brasil<sup>7</sup>



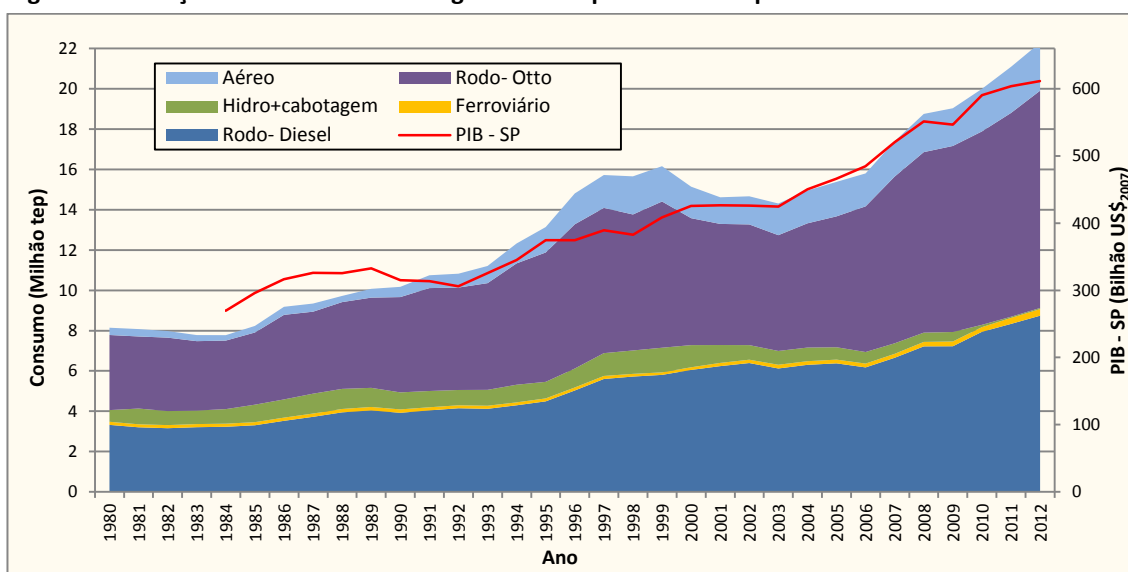
FONTE: BEN, ANP e IBGE

A Figura 2 apresenta a evolução do consumo de energia pelos vários modos de transporte no Estado de São Paulo no mesmo período. A participação do modo sobre pneus (designado por rodoviário na figura) tem-se mantido em aproximadamente 87% do total, a do setor aéreo, incluída aviação internacional, em cerca de 11%, restando 2% para o consumo relativo aos modos ferroviário e aquaviário. No Estado de São Paulo o consumo dos veículos Otto responde por aproximadamente 55% do consumo sobre pneus. A elasticidade no crescimento do consumo energético em transportes em relação ao crescimento do PIB neste caso foi na média dos últimos 20 anos, de 105%, indicando certa estabilização na razão consumo de energia/PIB. Apesar do consumo energético em transporte no Estado de São Paulo representar atualmente 29% do brasileiro, sua representatividade vem perdendo participação desde o plano real, quando essa fração chegou a ultrapassar os 33%.

No relatório inicial do GTT, de dezembro de 2010, a projeção do crescimento da economia até 2020 foi feita utilizando-se os cenários desenvolvidos no âmbito do projeto Matriz Energética para o Estado de São Paulo – 2035. Os cenários delineiam as macrotendências para a economia brasileira a partir das principais tendências da economia mundial, correlacionadas pelo grau de convergência entre a economia brasileira e as economias desenvolvidas.

<sup>7</sup> Neste trabalho, o termo “rodoviário” inclui também o transporte urbano sobre pneus.

**Figura 2 - Evolução do Consumo de Energia em Transporte e do PIB para o Estado de São Paulo**



FONTE: BEESP, ANP, SEADE e IBGE

Foram computados quatro cenários, conforme sintetiza a Tabela 3.3, tendo sido considerado como mais provável o cenário Base. Este cenário adotou como ano-base 2005, tendo sido usado no relatório inicial do GTT para estimar a emissão de CO<sub>2</sub> por transportes em 2020. Os demais cenários foram elaborados por empresa do setor energético<sup>8</sup> e balizados pelo Plano Nacional de Energia 2030 e são aqui denominados EPE-1; EPE-2 e EPE-3.

**Tabela 3.3 - Taxas de crescimento econômico segundo cenários para o período de 2005 a 2020.**

Cenários	Mundo	Brasil	São Paulo
Base	3,0% a.a.	4,0% a.a.	3,8% a.a.
EPE-1	3,8% a.a.	5,1% a.a.	4,8% a.a.
EPE-2	3,0% a.a.	3,6% a.a.	3,3% a.a.
EPE-3	2,2% a.a.	1,8% a.a.	1,8% a.a.

FONTE: Elaborado no estudo

No cenário Base, supõe-se a recuperação gradual da economia com continuidade do processo de globalização e a economia brasileira alcança velocidade para diminuir a distância da economia mundial convergindo para as melhores práticas, crescendo a taxas superiores às da economia mundial e São Paulo acompanha este movimento.

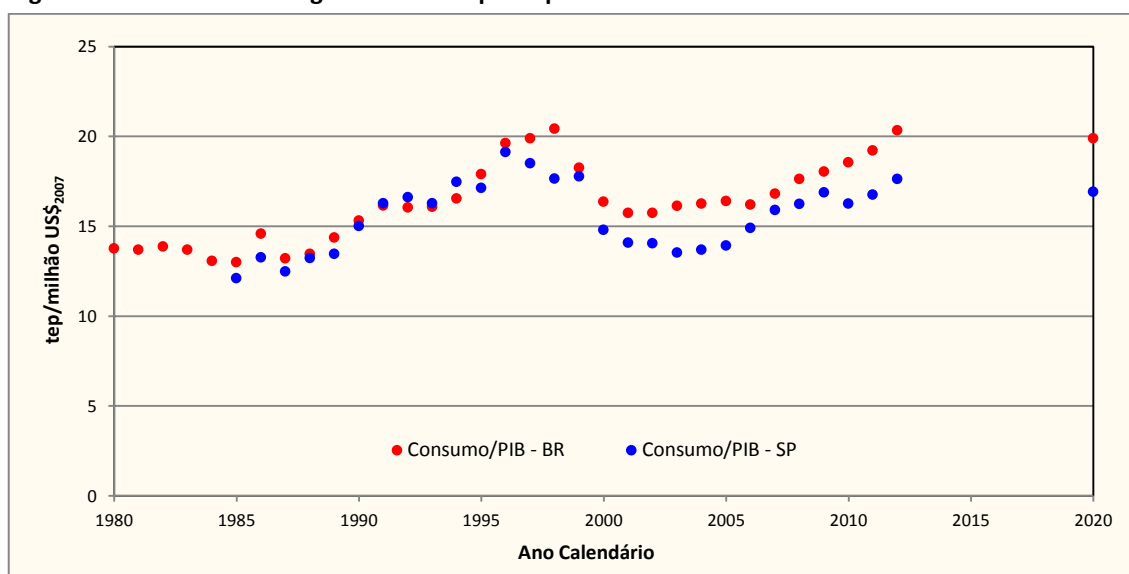
Já o cenário EPE-1, com contornos otimistas, pressupõe a manutenção das tendências de integração internacional com rápida retomada do crescimento da economia mundial aliada ao avanço de ações que possibilitarão acelerar o processo de convergência. No EPE-2, as condições para a economia mundial são menos favoráveis. Haveria um

<sup>8</sup> Empresa de Pesquisa Energética - EPE

arrefecimento no processo de globalização, com a formação de blocos econômicos e nesta situação o Brasil mantém a agenda de reformas e cresce um pouco acima ou mantém sua fatia no PIB mundial. No mais pessimista dos cenários, há um retrocesso no processo de globalização com aumento do protecionismo dos países e a convergência econômica entre países deixa de ocorrer.

Ainda que originalmente o cenário Base houvesse sido considerado como mais provável, decorridos sete anos da estimativa e experimentada a crise mundial de 2008-09, parece mais indicado que hoje se adote o cenário EPE-2 como mais provável para o cálculo dos valores de PIB a serem atingidos em 2020. Vale observar que entre 2005 e 2012 a taxa anual média de crescimento do Estado de São Paulo foi de 3,9%, tendo ficado pouco acima do valor estabelecido no cenário-base, enquanto a brasileira ficou em 3,7%, portanto abaixo da indicada para o país. Adotando o cenário EPE-2 a partir dos dados de 2012, atinge-se um valor de US\$<sub>2007</sub> 793 bilhões para o PIB do Estado de São Paulo e US\$<sub>2007</sub> 2,32 trilhões para o PIB brasileiro em 2020, valores estes que serão utilizados nas estimativas a seguir.

**Figura 3 – Intensidade Energética no Transporte por Automóveis e Derivados e Motociclos**



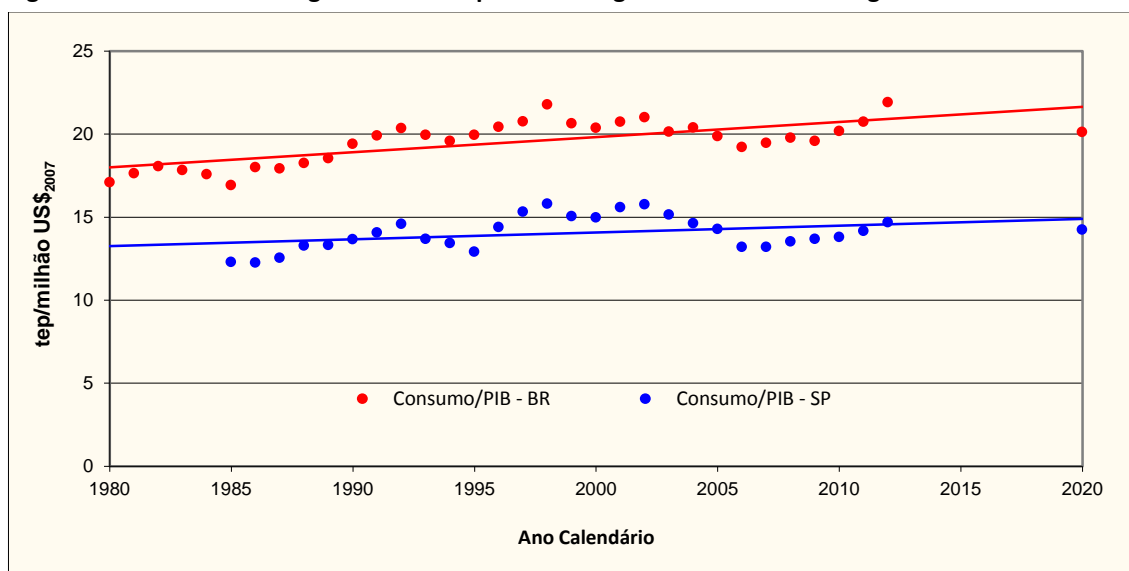
FONTE: Elaborado no estudo

A Figura 3 apresenta a razão entre os consumos de energia pelos veículos com motores do ciclo Otto, automóveis e seus derivados e motocicletas e os respectivos PIB estadual e brasileiro. Estes quocientes, aqui denominando intensidades energéticas no transporte Otto, reúnem diversas tendências históricas, que vão desde o aumento do peso dos veículos, dos ganhos de eficiência tanto incrementais como decorrentes da incorporação de sistemas eletrônicos de controle, até o aumento de percepção de rendimento, que induz o consumidor a despender mais recursos com combustíveis. A extrapolação linear dos dados a partir de 1985, quando começa a série histórica do PIB estadual, até 2020 fornece os valores indicados na figura. Uma observação relevante é que a intensidade energética para o estado, que se manteve muito semelhante à do país até meados da década de 1990 apesar da grande diferença de renda per capita, começa a se diferenciar

em anos mais recentes. Tal fato indica que é possível aumentar a renda sem necessariamente aumentar o consumo de combustível no transporte individual na mesma proporção. Esse descolamento entre os dados estaduais e nacionais mais recentes é refletido nos valores de intensidade extrapolados para 2020.

A Figura 4 sintetiza a intensidade energética no transporte a diesel para São Paulo e o País, incluindo o usado nas ferrovias e hidrovias, que está associada ao transporte de carga e coletivo de passageiros. Os valores observados, significativamente menores para São Paulo do que para o País, indicam que a concentração espacial de riqueza reduz a intensidade energética do transporte. Os valores extrapolados linearmente com todos os dados disponíveis na série histórica fornecem valores superiores aos adotados para 2020, que foram obtidos pela extrapolação dos dados observados a partir de 1990, de modo a incorporar o ganho mais recente de eficiência pelo aumento do tamanho dos caminhões e a melhoria na qualidade das estradas.

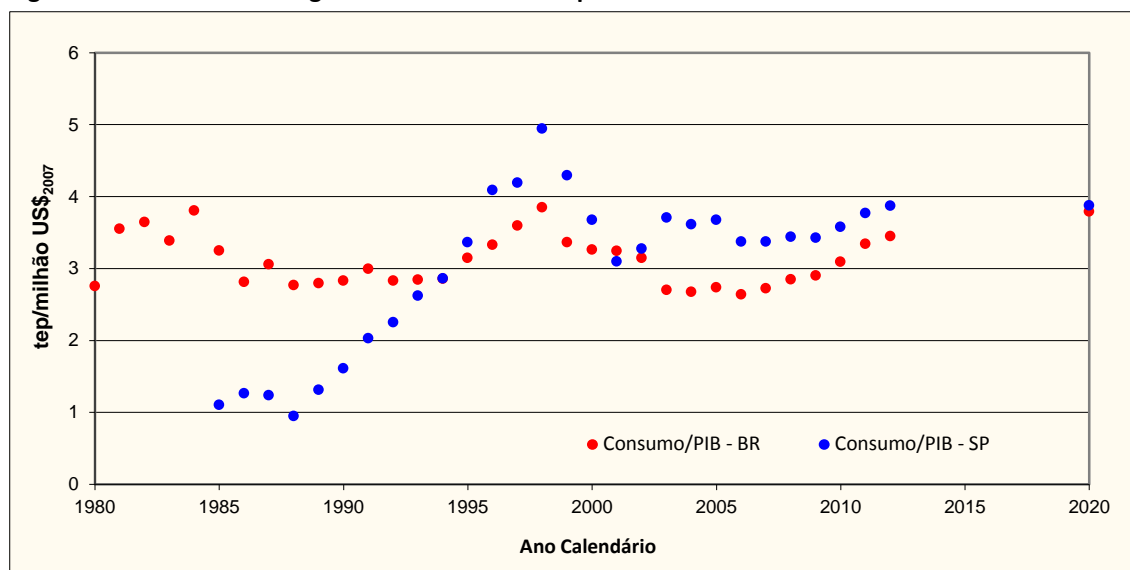
**Figura 4 – Intensidade Energética no Transporte de Cargas e Coletivo de Passageiros.**



FONTE: Elaborado no estudo

A Figura 5 apresenta os dados históricos de intensidade energética no transporte aéreo no País e no Estado de São Paulo incluindo o combustível que abasteceu aeronaves em voos internacionais. Analogamente ao consumo por veículos com motorização Otto em grande parte utilizada no transporte individual, o consumo do setor aéreo é também bastante influenciado pela percepção da renda da população, nem sempre integralmente refletida em aumento real de PIB. O rápido crescimento desse índice ao nível estadual no início da década de 1990 decorre principalmente da consolidação dos aeroportos de Guarulhos e Viracopos como polos nacionais de voos internacionais de passageiros e carga. Os valores de intensidade adotados para 2020 pretendem representar o comportamento dos últimos 10 -11 anos, período em que o aumento do rendimento dos consumidores nas classes C e D têm provocado ampliação da demanda de viagens pelo setor aéreo.

Figura 5 – Intensidade Energética no Setor de Transporte Aéreo



FONTE: Elaborado no estudo

Além dos combustíveis e modos já discutidos, o modo ferroviário utiliza alguma energia elétrica e o de cabotagem óleo combustível, que ainda não foram computados. No âmbito do Estado de São Paulo, seguindo-se um procedimento semelhante aos anteriormente detalhados, essas intensidades energéticas específicas foram estimadas, respectivamente, em 0,19 e 0,07 toneladas equivalentes de petróleo por milhão de dólares de 2007. Vale mencionar que os dados atuais de consumo aquaviário atribuído ao estado não contemplam os abastecimentos de embarcações para viagens internacionais e que em 2005 esses valores eram parcialmente incluídos.

Tabela 3.4 – Evolução da Intensidade e Consumo Energético por Modos de Transporte

Modos de Transporte		2005 (PIB= 466x10 <sup>9</sup> US\$)		2011 (PIB= 604x10 <sup>9</sup> US\$)		2020 (PIB= 793x10 <sup>9</sup> US\$)	
		Intensidade Energética (tep/10 <sup>6</sup> US\$)	Consumo Energia (10 <sup>3</sup> tep)	Intensidade Energética (tep/10 <sup>6</sup> US\$)	Consumo Energia (10 <sup>3</sup> tep)	Intensidade Energética (tep/10 <sup>6</sup> US\$)	Consumo Energia (10 <sup>3</sup> tep)
Rodoviário	Otto	13,92	6.489	16,75	10.113	16,91	13.409
	Diesel	13,67	6.376	13,80	8.334	13,81	10.949
Aéreo		3,67	1.713	3,77	2.276	4,01	3.177
Ferrovário		0,40	186	0,50	299	0,57	452
Aquaviário		0,64	298	0,12	74	0,12	95
<b>Total</b>		<b>32,30</b>	<b>15.066</b>	<b>34,93</b>	<b>21.096</b>	<b>35,46</b>	<b>28.113</b>

FONTE: Elaborado no estudo

A Tabela 3.4 resume os resultados das estimativas de intensidade energética e consumo de energia para o Estado de São Paulo por modo de transporte, na hipótese BAU. É importante ressaltar que a intensidade energética apresentou um crescimento médio da ordem de 8% de 2005 a 2011 enquanto que a tendência adotada indica um crescimento adicional de 1,5% até 2020. Este procedimento acarretou em 2020 um acréscimo de 86% no consumo de energia pelo setor de transportes em relação a 2005 para uma taxa anual média de crescimento do PIB de 3,6% o que equivale a cerca de 70% no período.

## 4 Políticas

Conforme apresentado na seção anterior, para um cenário tendencial (BAU) o crescimento da demanda de energia para transporte e seus desdobramentos têm o seguinte perfil:

- Estimou-se um acréscimo de 86% na demanda de energia até 2020 sobre 2005
- As emissões seriam acrescidas, portanto, em 86%, se mantidas as participações de combustíveis análogas às de 2005 (38,8 Mt), passando portanto para 72,2 Mt;
- Entretanto a meta geral estabelecida pela PEMC é a de redução para 80% do valor de 2005 (31,0 Mt)<sup>9</sup>;
- O que significa que se requer uma redução para menos da metade do valor gerado pelo cenário tendencial em 2020, vale dizer, será necessária uma redução de 41,2 Mt nesse horizonte.

Em que pese o aumento da participação de renováveis de 2005 para 2012 no consumo estadual, sendo o do biodiesel de 0% para 5% e do etanol de 22% para 31%, a situação vista a partir de 2012 configura o seguinte quadro:

- As emissões de CO<sub>2</sub> já aumentaram 36% entre 2005 e 2012
- Se mantida a participação de renováveis de 2012 em 2020, as emissões de CO<sub>2</sub> passariam para 66,3 Mt, contra a meta de 31,0 Mt;
- Manter a participação de renováveis significa manter os 5% mandatórios de biodiesel no diesel e aumentar a oferta total de etanol em 26%. Para tanto, o uso da capacidade ociosa atual das usinas e o aumento incremental de eficiência na operação talvez sejam suficientes, mas a meta estaria longe.

À vista desses dados as opções para abatimento das emissões de CO<sub>2</sub> no setor de transportes podem ser classificadas no conjunto de políticas enumeradas a seguir:

- Substituição de combustíveis fósseis por renováveis;
- Obtenção de matrizes de transporte de cargas e passageiros mais equilibradas, privilegiando os modos energeticamente mais eficientes;
- Melhoramento do planejamento e gestão nos transportes e,
- Aprimoramento da eficiência dos veículos e da sua operação.

Como já exposto, a primeira política da lista acima não está evidenciada de forma direta no elenco de diretrizes da PEMC para o setor de transportes (tópicos do Artigo XII abordados na seção 1 deste relatório). A menos disso, as Quatro vertentes acima arroladas constituem, no seu conjunto, uma maneira mais funcional de agrupar aquele elenco da PEMC.

No horizonte de tempo referido na meta da legislação, ano de 2020, a implantação de soluções que requeiram mudanças de hábito da população, como a substituição do

---

<sup>9</sup> Na versão atualizada do Balanço Energético do Estado de São Paulo – BEESP, a alocação de combustível de navios para viagens internacionais foi reduzida, provocando uma redução de 1 Mt com referência a 2005.

transporte individual pelo coletivo sem a aplicação de políticas coercitivas, será pouco efetiva, ainda que sejam fundamental na desejada busca da sustentabilidade no longo prazo.

Para aferir a relevância da política de substituição de combustíveis e contextualizá-la no conjunto das quatro vertentes acima são sintetizados a seguir os condicionantes de todas as possíveis políticas.

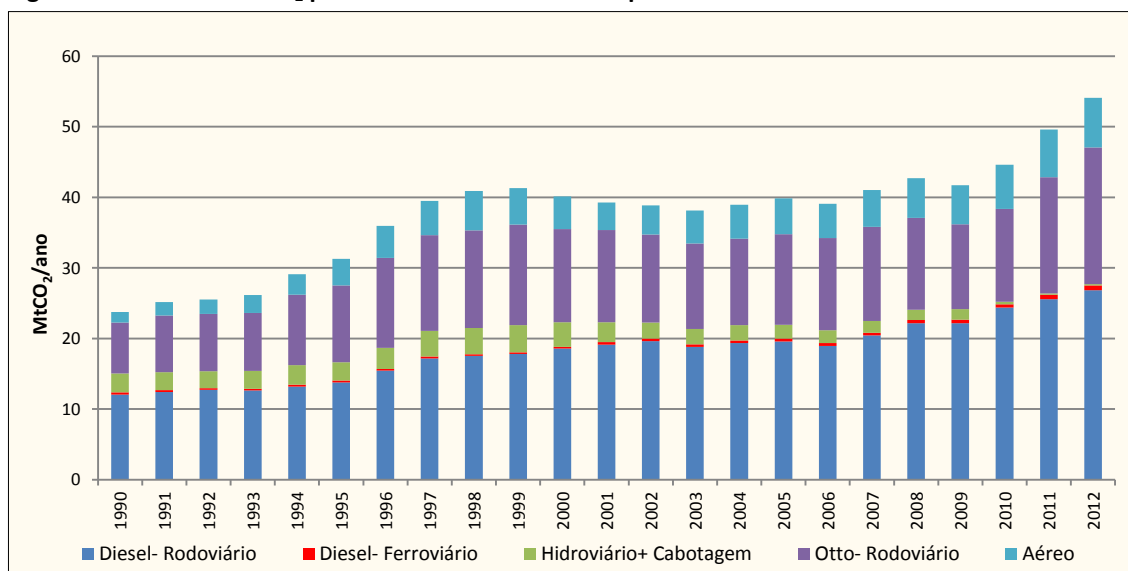
#### 4.1 O uso extensivo de biocombustíveis em substituição aos fósseis

Constitui uma alternativa promissora, devendo-se destacar alguns aspectos relevantes. Para calcular as emissões passadas de CO<sub>2</sub> atribuídas ao setor de transportes segundo os critérios do IPCC, basta conhecer os energéticos utilizados e aplicar fatores que convertem o carbono fóssil contido nos combustíveis em CO<sub>2</sub>. Pela reduzida importância dos outros gases de efeito estufa como produtos da combustão em motores, conforme mostrado na tabela 3.1, e pelo fato da meta da PEMC referir-se apenas ao CO<sub>2</sub>, as análises foram limitadas a esse gás.

A Figura 6 apresenta as emissões de CO<sub>2</sub> calculadas para os diferentes modos de transporte:

- o setor de transporte sobre pneus tem participado recentemente com cerca de 84% do total;
- o setor aéreo com 14%, ficando o restante para o setor ferroviário e aquaviário. O combustível diesel responde individualmente por mais de 50% das emissões de CO<sub>2</sub> no setor.

Figura 6 – Emissões de CO<sub>2</sub> pelos Vários Modos de Transporte em São Paulo



FONTE: BEESP e ANP

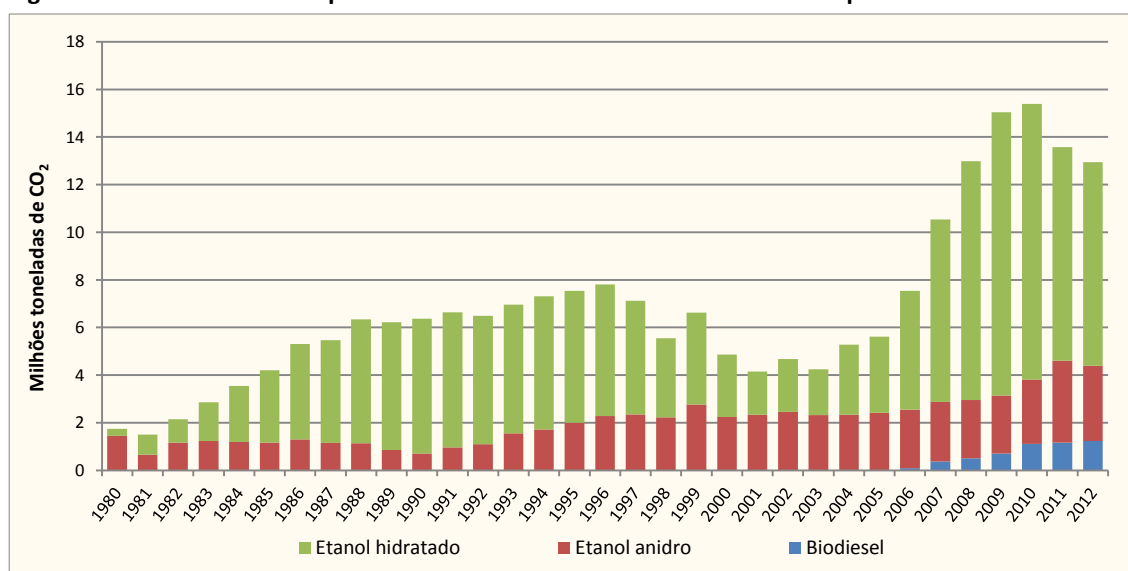
É importante mencionar que as emissões do setor aéreo incluem aquelas das viagens internacionais ("bunker") com aeronaves abastecidas em São Paulo, enquanto que os valores recentes do setor aquaviário não as incluem, pois os dados do BEESP fornecidos pela ANP estão organizados desta forma. Outro aspecto digno de nota é que os valores



anteriores a 2000 do consumo aquaviário incluem os abastecimentos para viagens internacionais ("bunker") e que esses valores foram retirados nas últimas versões do BEESP de modo distribuído entre os anos de 2000 a 2010, de forma que as emissões de CO<sub>2</sub> em 2005 aqui apresentadas diferem um pouco das fornecidas no "1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo" publicado pela Cetesb. Para evidenciar o impacto dos biocombustíveis nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor transportes admitiu-se que uma unidade de energia de qualquer um dos biocombustíveis substitui uma unidade de energia do correspondente combustível fóssil e, portanto, evitando a emissão correspondente de CO<sub>2</sub>.

A Figura 7 ilustra o significativo efeito dos biocombustíveis nas emissões de CO<sub>2</sub>, sendo que em 2009, 28% das emissões do setor transportes foram abatidas por combustíveis renováveis.

**Figura 7 – Emissões Evitadas pelo Uso de Biocombustíveis no Setor de Transportes em São Paulo**



FONTE: Elaborado no estudo

Uma vez que a frota de veículos flexíveis tem crescido de modo expressivo, com uma participação por volta de 90% nos automóveis e seus derivados novos e quase 50% dos motocicletas novos, é possível estender a substituição de gasolina C pelo etanol hidratado. Utilizando um modelo de simulação de crescimento e substituição de frota, análogo ao utilizado na preparação "bottom-up" do inventário de emissões, obtém-se para o ano de 2020 a seguinte distribuição de consumo potencial por veículos com motores Otto:

- Veículos a gasolina: 18%
- Veículos flexíveis: 81%
- Veículos a etanol: 1%

Para um consumo previsto de 13,4 milhões de toneladas equivalentes de petróleo pelos veículos com motores do ciclo Otto em 2020, Tabela 3.4, e admitindo-se que o gás natural manterá uma participação de 3% do consumo, o potencial máximo de utilização de etanol

será de 11 Mtep. Nesta condição, a **redução máxima de emissões de CO<sub>2</sub> devida ao etanol** em 2020 seria de **32 milhões de toneladas**. Sem o uso do etanol anidro ou hidratado, as emissões estimadas de CO<sub>2</sub> pela frota de veículos Otto em 2020 seriam de 38 MtCO<sub>2</sub>. Vale observar que em 2005 pelo uso do etanol foram evitadas 5,6 MtCO<sub>2</sub> e que em 2009 o uso de biocombustíveis permitiu reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em 15,1 Mt. A Tabela 4.1 apresenta o abatimento esperado pelo uso do etanol em função da fração da frota flexível a utilizar etanol, bem como as correspondentes demandas de etanol para o Estado de São Paulo em 2020.

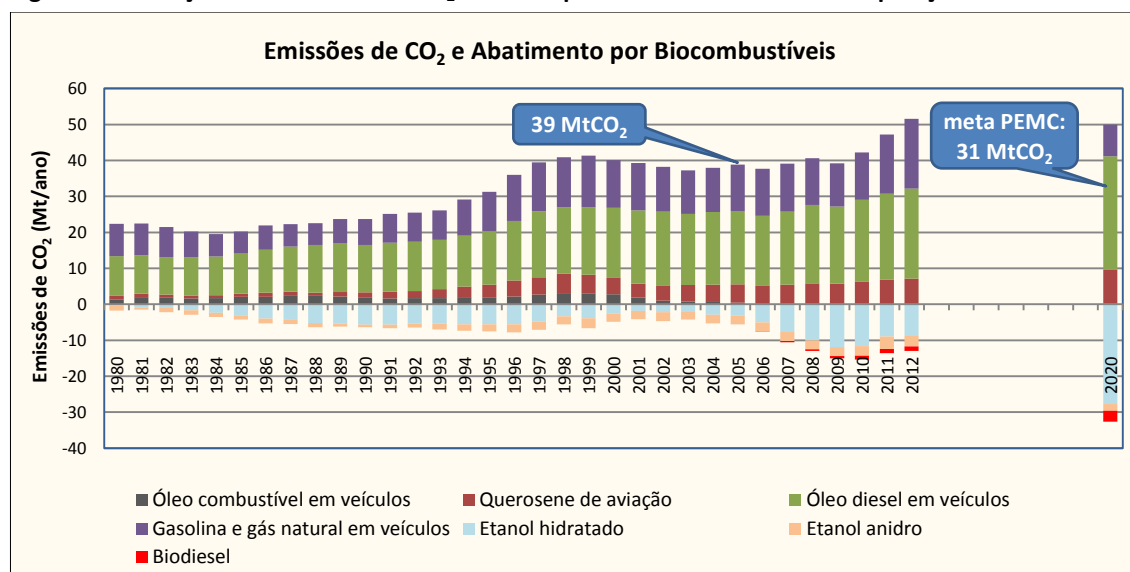
**Tabela 4.1 – Demanda de Etanol e Abatimento de Emissões de CO<sub>2</sub> para Diferentes Frações de Uso de Etanol pela Frota Flexível em 2020**

Demanda	FRAÇÃO DA FROTA FLEXÍVEL A ETANOL						
	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
Consumo energético de etanol (Mtep)	10,3	9,4	8,6	7,7	6,8	6,0	5,1
Consumo energético de gasolina (Mtep)	2,7	3,6	4,5	5,4	6,2	7,1	8,0
Consumo energético de GNV (Mtep)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Redução das emissões de CO <sub>2</sub> (MtCO <sub>2</sub> )	29,5	27,0	24,6	22,1	19,6	17,2	14,7
Demanda total de etanol (10 <sup>9</sup> litros)	20,1	18,4	16,7	15,0	13,3	11,7	10,0

FONTE: Elaborado no estudo

A oferta de etanol no país e o preço em São Paulo necessário para viabilizar algum desses percentuais apresentados na Tabela 4.1 serão discutidos na próxima seção.

**Figura 8 – Evolução das Emissões de CO<sub>2</sub> em Transportes no Estado com “Extrapolção Verde”**



FONTE: Elaborado no estudo

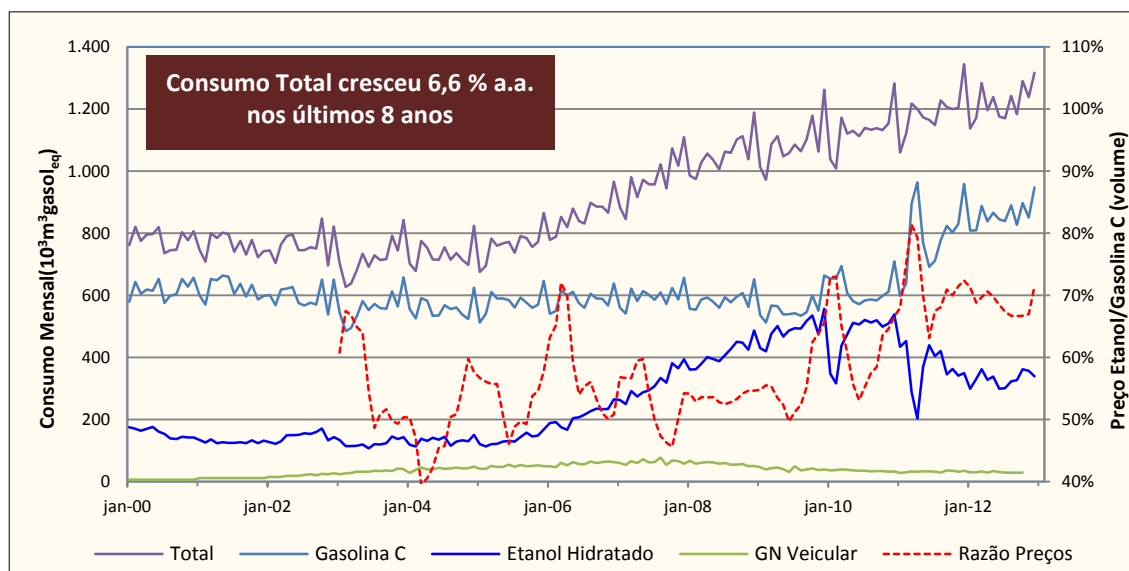
A Figura 8 ilustra a evolução da emissão de CO<sub>2</sub> no setor de transportes no Estado de São Paulo, desagregada pelos combustíveis que a provocam ou servem para seu abatimento, indicando que a substituição pelo etanol atualmente já supera muito o que se conseguiu com o biodiesel, apesar de que a quantidade de energia consumida na frota Diesel é maior do que na frota Otto. Para a interpretação da figura é importante lembrar que cada combustível está associado principalmente a uma modalidade de transporte: diesel e biodiesel ao transporte de carga e coletivo de passageiros; gasolina, GNV e etanol ao

individual de passageiros; óleo combustível ao transporte marítimo; querosene de aviação ao transporte aéreo. O comprimento total das barras ilustra o que seria emitido se os biocombustíveis não estivessem sendo utilizados, enquanto os valores positivos líquidos indicam as emissões de CO<sub>2</sub> efetivamente atribuídas ao setor. Os valores extrapolados para 2020 supuseram uma taxa de crescimento econômico de 3,3% a.a. a partir de 2013, o uso de B10 (10% de biodiesel), e que etanol estará disponível a preços competitivos para que 90% da frota de veículos flexíveis estejam operando com etanol.

#### 4.2 PROÁLCOOL: uma longa conquista que o Estado precisa defender e preservar

O grande sucesso de vendas dos veículos flexíveis, explicado pela opção que dão ao consumidor de escolha do combustível menos dispendioso no momento do abastecimento, possibilita a substituição do combustível fóssil pelo renovável.

Figura 9 – Consumo dos Veículos com Motores Otto e Razão de Preços de Combustíveis

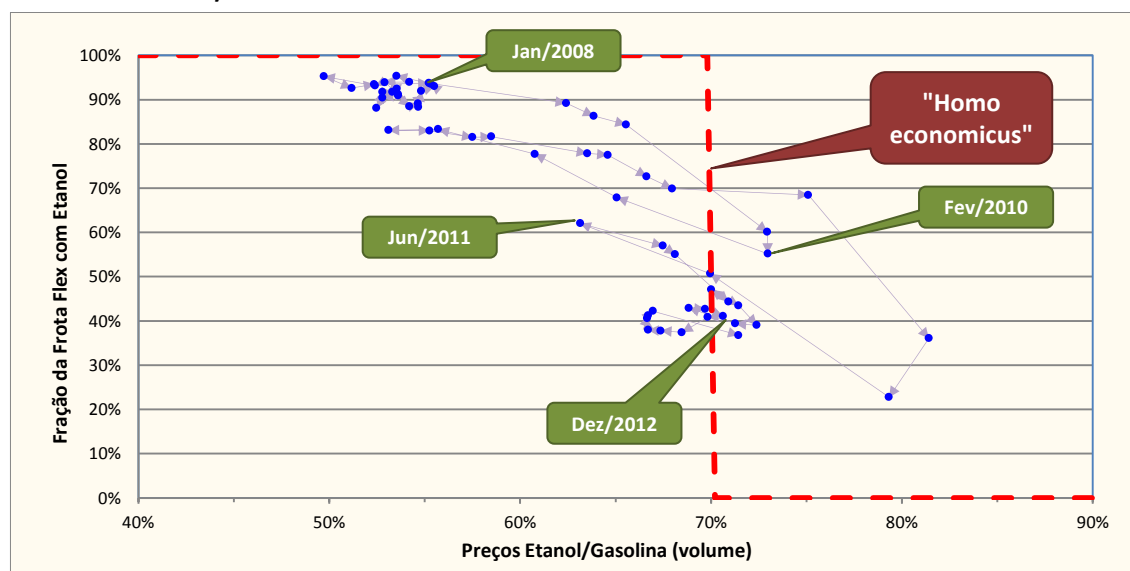


FONTE: Elaborado no estudo

A Figura 9, construída a partir dos dados mensais de venda de combustíveis líquidos, disponibilizados pela ANP, e de gás natural veicular, disponibilizados pela Secretaria Estadual de Energia, apresenta a evolução do consumo mensal de combustível Otto no estado, onde se pode observar a variação da participação entre etanol hidratado e gasolina C. A razão de preços médios por litro entre o etanol hidratado e a gasolina C nos postos de abastecimento do estado, conforme levantamentos da ANP desde 2003, complementa o quadro de competitividade entre os dois combustíveis. Note-se, também, o crescimento médio do consumo total que atingiu 6,6% a.a. nos últimos 8 anos. Observe-se que o preço relativamente baixo do etanol de meados de 2003 a meados de 2009 alavancou a penetração e aceitação dos veículos flexíveis e aumentou sobremaneira a demanda potencial do etanol hidratado. Como o crescimento da oferta foi insuficiente, o

preço do litro de etanol hidratado elevou-se para o ponto de equilíbrio energético com a gasolina, ou seja, a cerca de 70% do preço do litro da gasolina C nas bombas de abastecimento, como se pode observar pela razão de preços na figura nos últimos dois anos. Para uma maior compreensão do comportamento dos consumidores no Estado de São Paulo, foi construído um modelo de simulação que considera a evolução dos vários segmentos da frota de veículos Otto no estado, partindo do número de licenciamentos fornecidos pelo RENAVAL e de curvas de sucateamento de veículos obtidas de literatura. Após a calibração com os dados históricos de consumo total de combustível, o modelo permite calcular mês a mês o potencial de consumo de cada segmento da frota, em particular da frota flexível. Conhecidos os dados mensais de consumo de etanol e gasolina C, conforme disponibilizados pela ANP, calcula-se a fração da frota flexível que está operando com etanol a cada mês. A Figura 10 ilustra a evolução da fração da frota flexível a utilizar etanol em função da razão de preços médios praticados no estado.

**Figura 10 – Variação da Fração da Frota Flexível Usando Etanol em Função dos Preços Relativos Etanol/Gasolina C**



FONTE: Dados da ANP e Anfavea  
Simulação: modelo - frota

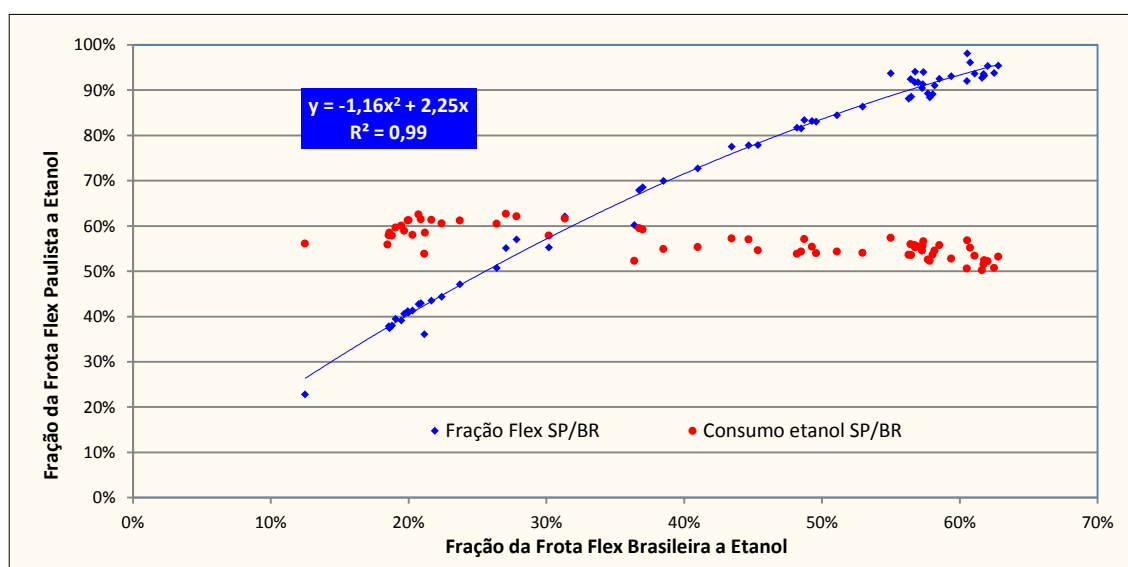
Observe-se que até meados de 2009 o preço do etanol hidratado por litro se manteve abaixo de 55% do preço da gasolina C nas bombas de abastecimento, causando uma utilização de etanol em mais de 90% da frota flexível de então. Em fevereiro de 2010, mesmo com o etanol custando 73% do preço da gasolina, 55% ainda utilizavam etanol. Com o aumento da competitividade durante a safra, observa-se um acréscimo da fração da frota a usar etanol, sem, entretanto, retornar para os mesmos níveis anteriores, apesar do preço do etanol cair a 55% do preço da gasolina. Nota-se claramente um efeito de histerese, possivelmente associado à inércia do usuário médio em trocar de combustível, fazendo com que a cada oscilação de preços a fração da frota a utilizar etanol veio sendo reduzida. A partir de setembro de 2011 a razão de preços ficou entre 67% e 73%, portanto em torno da posição de equilíbrio dos preços conforme o conteúdo energético, enquanto a fração de utilização se manteve ao redor de 40%, e não do ponto

de 50% como seria de se esperar de um consumidor neutro. Tal fato parece indicar que uma campanha publicitária voltada a despertar a consciência ecológica do consumidor médio pode trazer benefícios econômicos significativos.

Os resultados indicam que o consumidor aprendeu a controlar a razão de preços, o que deve implicar em equilíbrio em torno de 70%, enquanto a produção de etanol no estado não for suficiente para suprir o mercado de São Paulo. Vale lembrar que o ICMS sobre o etanol hidratado no estado é de 12%, inferior ao de outros estados, conferindo ao etanol uma maior competitividade neste estado.

A Figura 11, cujos resultados foram obtidos pelo mesmo modelo de simulação já descrito aplicado também à frota brasileira, ilustra a relação entre a fração da frota flexível do país a usar etanol, com a fração análoga no estado. A figura mostra também a relação entre os consumos mensais de etanol hidratado em São Paulo e no País.

**Figura 11 – Comparação entre as Frações de Uso de Etanol nas Frotas do Estado e do País**



FONTE: Elaborado no estudo

Observa-se que para frações de uso de etanol em São Paulo da ordem de 40%, somente 20% da frota flexível brasileira está usando etanol, enquanto para que 90% da frota em São Paulo estejam usando etanol, será necessário que 56% da frota flexível brasileira esteja utilizando o combustível. Em outros termos, para uma fração de utilização de 40% na frota de São Paulo, cerca de 60% do etanol hidratado brasileiro é consumido no estado, enquanto que para atingir 90% de utilização na frota paulista o consumo total de etanol hidratado no país é quase o dobro do de São Paulo.

Para estimar a demanda total de etanol no país, de modo a possibilitar que, por exemplo, 90% da frota flexível de São Paulo usem etanol, adotou-se o seguinte procedimento:

- Estimou-se inicialmente a demanda total de energia por veículos com motorização Otto em 2020 no país, utilizando a intensidade energética e o PIB, de maneira análoga à adotada na seção 3.3, obtendo-se o valor de 46,8 Mtep. A taxa de crescimento econômico adotada para o país a partir de 2012 foi de 3,6% a.a.

conforme o cenário EPE-2 da Tabela 3.3, atingindo-se um valor de US\$ 2,3 trilhões de 2007.

- Conhecida a fração da frota flexível nacional a operar com etanol, compatível com a de São Paulo operando com etanol a 90%, um valor de 56% segundo o resultado apresentado na Figura 11, calcula-se a demanda de etanol hidratado;
- A demanda de etanol anidro é calculada a partir da frota que opera somente com gasolina C e da fração da frota flex que não opera com etanol. O consumo energético de gás natural veicular no âmbito do país foi admitido como 5%, valor coerente com a participação atual.

A Tabela 4.2 apresenta os consumos dos diferentes energéticos em 2020 no país, calculados segundo o procedimento exemplificado, para as diversas frações da frota flexível do estado operando com etanol, conforme a Tabela 4.1, e o volume de etanol necessário para suprir a demanda em cada situação.

**Tabela 4.2 – Consumo de energéticos no país compatível com diferentes frações da frota flexível paulista operando com etanol**

Fração da frota flexível a etanol	São Paulo	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
	Brasil	56%	47%	39%	32%	26%	20%	14%
Consumo energético de gasolina A (Mtep)		19,2	22,0	24,3	26,4	28,2	30,0	31,2
Consumo energético de etanol anidro (Mtep)		4,5	5,1	5,6	6,1	6,5	6,9	7,2
Consumo energético de etanol hidratado (Mtep)		20,7	17,3	14,4	11,9	9,7	7,6	5,6
Consumo energético de GNV (Mtep)		2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Demanda de etanol anidro (bilhão de litros)		8,3	9,5	10,6	11,4	12,2	13,0	13,5
Demanda de etanol hidratado (bilhão de litros)		40,6	33,9	28,3	23,3	18,9	14,8	10,9
Demanda total de etanol (bilhão de litros)		48,9	43,4	38,8	34,8	31,1	27,8	24,4

FONTE: Elaborado no estudo

Certamente, além da necessidade de aumentar significativamente a produção de etanol, o preço do etanol nas bombas de abastecimento do estado deverá ser competitivo com a gasolina C para que os consumidores façam a devida opção. Para satisfazer a proposta de utilização de etanol em 90% da frota flexível esperada para o estado em 2020 vis a vis o total de etanol efetivamente disponibilizado para esse mercado em 2012 de 9,3 Mtep segundo os dados recentes de comercialização da ANP, verifica-se que será necessário aumentar a oferta de etanol combustível no país em 13% a.a. nos próximos 8 anos. É pouco provável atingir esta meta face à política de preços de combustíveis vigente no país. Outra possibilidade seria o estado de São Paulo tentar reter um maior percentual do etanol produzido no estado para consumo no próprio estado por meio de políticas fiscais que beneficiem ainda mais o etanol frente à gasolina. Redução do ICMS no etanol hidratado, atualmente em 12% conforme acordo no CONFAZ, ou aumento do ICMS na gasolina, atualmente nominalmente em 25%, deve ser uma alternativa a ser estudada. Mecanismos que incluam benefícios diretos para o consumidor final, como a inclusão da nota fiscal de abastecimento com etanol na nota fiscal paulista, também devem fazer parte da alternativa de puxar uma maior fração da oferta total de etanol para o estado.

Entretanto, a ação estratégica mais significativa para a substituição de gasolina por etanol na frota de veículos flexíveis é a articulação de uma política de longo prazo que dê

segurança para novos investimentos no setor sucro-energético. Ainda que tal política seja de âmbito federal, o Estado de São Paulo deveria liderar tal proposição, inclusive pela importância do setor sucro-energético para a economia estadual.

### **4.3 Intensificação da política para veículos leves flexíveis etanol/gasolina para redução de CO<sub>2</sub>**

Como demonstrado no item 4.1, a maior potencialidade disponível para a redução da emissão de CO<sub>2</sub> é o uso de etanol em veículos leves. Além disso, a frota de veículos flexíveis já oferece capacidade para uma substituição de gasolina por etanol maior do que a atual, isto é, a capacidade “instalada desta infraestrutura” já existe e está esperando por uma política que tire o devido proveito para a mitigação dos GEE que ela potencializa.

Para tanto, é necessária uma política que incentive o aumento da disponibilidade de etanol no estado, que respeite as tendências e interconexões das políticas de preços, impostos e outras comentadas em 4.2.

Entretanto, só isso não basta para assegurar o seu sucesso no longo prazo: é necessária também uma política complementar ao Inovar-Auto para assegurar que este programa também obrigue o desenvolvimento dos motores flex no médio prazo para manter a sua competitividade no mercado. Isso por que este programa Federal incentiva a implantação de tecnologias atualmente desenvolvidas para motores a gasolina e diesel que os tornarão superiores ao motor flex atual, caso estas mesmas tecnologias não sejam adotadas também nestes motores.

### **4.4 Aumento de Eficiência de Veículos com Motorização do Ciclo Otto.**

Diversas tecnologias, voltadas ao aumento de eficiência de veículos com motorização do ciclo Otto, têm sido desenvolvidas e vem sendo aplicadas em diversos modelos de veículos em mercados mais maduros. Entre essas podem ser mencionadas: comando de válvulas variável, partida e desligamento automático do motor, redução do tamanho do motor e super-carregamento, injeção direta de combustível na câmara, veículos híbrido-elétricos e veículos elétricos.

Uma vez que o mercado brasileiro de automóveis é constituído principalmente de “veículos de entrada” com 1 litro de cilindrada e relativamente baratos, os veículos fabricados no país pouco incorporam essas novas tecnologias de maneira espontânea. Com o estabelecimento do programa Inovar-Auto, até 2017 os fabricantes de veículos comercializados no país terão como meta uma redução média de consumo da ordem de 10-15% nos veículos novos para obterem vantagens fiscais, fato que certamente promoverá a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. Ainda que uma discussão mais aprofundada do programa e da possível adesão das várias montadoras não tenha sido feita, dado o pouco tempo de vida do programa, seriam esperadas reduções da ordem de **1 a 2 MtCO<sub>2</sub>**

para 2020 se os veículos estiverem operando a gasolina. Se os veículos forem flexíveis e estiverem operando com etanol, como previsto na alternativa mais promissora, o abatimento já haveria sido computado. Uma vez que a alternativa de substituição de gasolina por etanol nos veículos flexíveis pode se concretizar somente parcialmente, um estudo mais detalhado integrando as duas alternativas merece ser realizado. Quanto à fração dos automóveis novos à gasolina, em geral importados, o Programa Inovar-Auto deverá promover ganhos de eficiência que refletirão em redução de emissões de CO<sub>2</sub>. A título de ilustração do efeito, se a partir de 2014 todos os veículos importados movidos a gasolina no estado fossem híbrido-elétricos completos (*full-hybrid*), estima-se uma mitigação de **0,5 MtCO<sub>2</sub>** em 2020.

#### **4.5 Abatimento de Emissões Decorrente do Uso de Biodiesel e outras alternativas que não exigem alterações tecnológicas profundas**

Como se pode observar na Figura 7, o abatimento de emissões decorrente do uso de biodiesel é pouco significativo no âmbito do setor de transportes. Se o uso de B10, 10% de biodiesel misturado ao diesel, fosse mandatário em 2020 em todo o diesel comercializado no estado, o que tecnicamente é possível dependendo de testes em alguns modelos de motores, obter-se-ia um abatimento de emissões de CO<sub>2</sub> da ordem de **3,1 MtCO<sub>2</sub>**. Vale mencionar que o preço do biodiesel é superior ao do diesel de origem fóssil com base em energia (em R\$ por MJ de energia contida no combustível), de modo que haveria um custo adicional repassado ao transporte.

\* \* \* \* \*

A substituição do diesel utilizado nas frotas de ônibus de transporte urbano nas regiões metropolitanas do estado por combustíveis renováveis é tecnicamente possível, uma vez que motores de cilindrada unitária mais elevada e menores rotações queimam maiores frações de biodiesel sem dificuldades. A Política de Mudanças Climáticas do município de São Paulo, Lei Nº 14.033 de 05/06/2009 determina a redução de 10% ao ano no uso de combustíveis fósseis nos contratos públicos, inclusive transportes, fato que tem motivado o uso de combustíveis renováveis nas frotas contratadas pela SPtrans.

Outra possibilidade, que é preferida por fabricantes de motores, é o “diesel de cana”, devido à isenção de enxofre e outros contaminantes, que lhe conferem maior compatibilidade com as tecnologias avançadas de redução de emissões de poluentes e aumento de eficiência que são desenvolvidas para o diesel de origem fóssil. Entretanto, atualmente ele tem baixa produção a um custo muito elevado se comparado com o preço pago pelo diesel fóssil, o que o restringe ao uso como aditivo, desperdiçando as suas potencialidades.



#### **4.6 A Substituição do Diesel nas Frotas de Ônibus Urbanos mediante a aplicação de tecnologias avançadas**

Independentemente da solução que se mostrar mais competitiva e viável economicamente, a legislação municipal requer a substituição integral dos combustíveis fósseis antes de 2020, o que no âmbito dos ônibus coletivos do Município de São Paulo causaria uma redução de emissões de CO<sub>2</sub> em 2020 de **1,5 MtCO<sub>2</sub>**. A mesma abordagem, se aplicada aos demais municípios das regiões metropolitanas do Estado (São Paulo, Campinas e Santos), mitigaria em 2020 cerca de **0,7 MtCO<sub>2</sub>**. Esta alternativa é vista como possível, requerendo análise mais aprofundada, uma vez que provoca aumento no custo de operação dos ônibus.

Assim, já existem frotas de ônibus urbanos operando com B20, e mesmo uma frota experimental operando com motores do ciclo Diesel especialmente adaptados para usarem etanol hidratado com aditivo promovedor de ignição. Além desta experiência, a SPTrans autorizou uma outra baseada em motores Diesel com injeção eletrônica de etanol na corrente de ar de admissão, cujos resultados foram animadores, mas a sua implantação não prosperou.

Entretanto, a substituição do combustível fóssil por etanol no motor Diesel é economicamente ingrata, pois este motor já possui eficiência energética em valores bastante altos e o preço do óleo Diesel é menor do que o da gasolina. Estes dois aspectos exigem que o desenvolvimento tecnológico para a aplicação do etanol nos motores de veículos pesados contemple soluções muito avançadas e a substituição por etanol resta possível apenas parcialmente, mediante o uso de soluções complexas e com custo tecnológico elevado.

Tais dificuldades remetem a busca de soluções para a mitigação dos gases GEE no transporte pesado mediante a aplicação de outros conceitos como o dos veículos híbridos diesel-elétricos ou puramente elétricos, que trazem benefícios ainda maiores do que a substituição do combustível em motores convencionais de combustão interna. Além desta vertente, as alternativas de modos de transporte também constituem opções importantes a serem consideradas.

#### **4.7 A implementação dos planos de transportes metropolitanos e regionais no estado de São Paulo.**

As duas secretarias de transportes do governo estadual vêm desenvolvendo planos e iniciativas para atender às demandas crescentes de transportes e de serviços logísticos, tendo como referenciais as diretrizes emanadas da atualização dos planos PITU das regiões metropolitanas, pela STM, e do PDLT, pela SLT. Essas diretrizes, além de focalizar as funções ligadas ao deslocamento de pessoas e cargas propriamente ditas, bem como às demais atividades logísticas, recomendam a adoção de estratégias que têm a

sustentabilidade e a eficiência energética como um de seus fundamentos. Tais esforços vêm sendo corroborados pelos órgãos de transportes e de regulação do uso do solo dos municípios, sobretudo dos de maior porte, como o da Capital, que, nesse aspecto, atuam segundo diretrizes alinhadas com as dos congêneres estaduais.

De conformidade com essas premissas, as políticas no campo dos transportes urbanos de passageiros objetivam:

- Aumentar a participação dos modos sobre trilhos na repartição modal, nas cidades principais, com destaque para a metrópole núcleo da RMSP.
- Elevar o percentual de corredores exclusivos na oferta de serviços de ônibus, para melhorar o conforto e incrementar a velocidade (hoje a velocidade média é muito baixa) e conseqüentemente, para uma mesma demanda, reduzir a frota ou, com a mesma frota, ampliar a oferta e atrair o usuário do automóvel.
- Atuar sobre a forma urbana, revendo os planos diretores municipais, para (i) aproximar fisicamente empregos e habitações, para diminuir a extensão das viagens, (ii) adensar a cidade em torno dos eixos de transporte, visando estimular as viagens diretas, com menos integrações e uma maior quantidade de acessos às estações por meios não motorizados e (iii) evitar o espraiamento da mancha urbana, pois em uma cidade o consumo de energia no transporte cresce quando diminui a densidade populacional.

No setor dos transportes de cargas, podem ser destacadas as seguintes políticas:

- Ampliar a participação relativa da ferrovia e da hidrovia na matriz modal, com a conseqüente redução da rodovia. Note-se que o crescimento dos fluxos ferroviários já vem sendo substancial, após terem sido esses serviços concedidos ao setor privado.
- Substituir o atual sistema logístico regional, disperso e fragmentado, por um modelo estruturado em "*hubs and spokes*", mediante a criação de rede de terminais intermodais remotos (inclusive em outros estados) e plataformas logísticas e terminais nas franjas urbanas das cidades principais da macrometrópole de São Paulo.
- Racionalizar a logística urbana, especialmente na RMSP, principal origem e destino das mercadorias veiculadas como carga geral, mediante a criação de miniplataformas urbanas articuladas com as plataformas logísticas periféricas das cidades, para, nas atividades logísticas de distribuição, racionalizar as entregas e reduzir o trabalho de transporte (tku).
- Dentre os efeitos desfavoráveis do atual sistema logístico atomizado destaca-se a quantidade de caminhões trafegando vazios, que alcança 47% do total das viagens. A nova configuração e os novos recursos do sistema logístico antes citados devem ser mobilizados para reduzir essa cifra, trazendo-a para montantes como os vigentes em países europeus, entre 22% e 24%.

Essas medidas terão impacto significativo na redução de emissões de CO<sub>2</sub> no setor de transportes. Seguem indicações sobre os efeitos de algumas das políticas acima preconizadas:

- a) Pelo fato de o transporte sobre trilhos nas cidades ser operado eletricamente e substituir o transporte por ônibus e automóveis, seu efeito na redução das emissões de CO<sub>2</sub> é importante. Esse impacto, referido a 2005, levando em conta os projetos já realizados ou cuja execução já está contratada, e que estarão implantados até 2020, foi preliminarmente avaliado pela STM como sendo igual a 2,2 MtCO<sub>2</sub>. Esse número deverá ser aferido no próximo relatório do GTT. Ressalte-se que os benefícios ambientais e econômicos da mitigação de CO<sub>2</sub> são relativamente pequenos quando comparados aos de atenuação das emissões de poluentes locais e de redução de tempo de viagem e eficiência de transporte.
- b) Os ganhos ambientais derivados do rebalanceamento da matriz de transportes regionais de carga, em termos de abatimento das emissões de CO<sub>2</sub>, foram estimados em 3,9 MtCO<sub>2</sub> no relatório do GTT de 2010. Durante o desenvolvimento do projeto PDLT – 2030 esse valor deverá ser mais precisamente quantificado.
- c) As plataformas logísticas, atuando como polos concentradores de carga e centrais de agendamento de fretes, ao reduzirem o número de viagens vazias provocarão a correspondente diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>. Usando diferenças típicas de consumo entre veículos carregados e vazios por classe de veículo, é possível estimar que 32% do consumo de diesel rodoviário por caminhões ocorrem com veículos sem carga. Estabelecendo-se como meta um índice europeu de 23% dos quilômetros percorridos com caminhões vazios, estima-se, grosso modo, uma redução de emissões de CO<sub>2</sub> em 2020, de 2,2 Mt CO<sub>2</sub>.

Certamente esta opção é bastante significativa pelo impacto causado não só na redução das emissões de CO<sub>2</sub>, mas principalmente pelo aumento da eficiência no transporte. No entanto, além do investimento em plataformas logísticas e estruturação de bancos de dados informatizados que organizem e disponibilizem informações sobre as demandas de carga e oferta de transporte, será necessária uma mudança comportamental que internalize na economia formal o transporte por autônomos. Atingir essa meta até o ano de 2020 poderá, portanto representar um considerável desafio.

Uma vez que PITUs e PDLT apontam para resultados agregados significativos em termos de redução de emissões, as providências mais importantes devem estar voltadas à viabilização e implementação tempestiva desses planos, especialmente das etapas que têm 2020 como ano-meta.

#### 4.8 Ampliação do Controle sobre a Manutenção dos Veículos no Estado de São Paulo

A manutenção adequada dos veículos reduz o consumo de combustíveis, e conseqüentemente as emissões de CO<sub>2</sub>. Portanto, a promoção de um maior controle da manutenção dos veículos que trafegam no estado, aumentando sua conformidade com os padrões de emissões, contribuirá para o abatimento de emissões de CO<sub>2</sub>. Embora o licenciamento de veículos no Município de São Paulo exija a realização de inspeção veicular anual de emissão de poluentes, nos demais municípios ela ainda não é realizada. Em testes realizados para medição de opacidade no escapamento de ônibus no Estado de São Paulo, no âmbito do Conpet<sup>10</sup> foi definido um índice de conformidade com os requisitos legais de 76%. Para veículos com motores com sistema de injeção mecânica de combustíveis, os resultados da investigação realizada pelo Conpet comprovam estatisticamente a relação inversa entre opacidade e consumo e permitem concluir para a conformidade detectada o aumento médio adicional de consumo na frota ensaiada foi de 1,3%. Portanto, se esses resultados forem representativos da frota de veículos diesel no estado, poder-se-ia esperar uma mitigação da ordem de **0,4 MtCO<sub>2</sub>** em 2020.

Os dados do CONPET se referem a frotas de veículos Diesel, que percorrendo um mesmo percurso, tiveram seu consumo mensal e índice de fumaça avaliados e correlacionados. O Programa I/M-SP não possui levantamento de parâmetros de consumo de combustível que permitam fazer correlações semelhantes.

#### 4.9 Renovação da Frota de Caminhões

A venda de caminhões novos no estado aumentou muito nos últimos anos, provocando uma redução da idade média da frota. Entretanto, em função da durabilidade dos veículos e da característica do transporte de cargas no país, com mais de 800.000 caminhoneiros autônomos, o segmento de frota de caminhões muito antigos continua sendo ainda representativo no estado. Portanto, um programa de renovação da frota de caminhões teria grande importância na redução de poluentes locais e também nas emissões de CO<sub>2</sub>. A pesquisa realizada pela SLT já mencionada<sup>11</sup> anteriormente, indica que 5,3% dos caminhões com 2 eixos e 7,4% dos caminhões com 3 eixos tinham mais de 30 anos de idade em 2005. Essa frota representava 4,9% do total da frota de caminhões e respondia por 3,9% de toda quilometragem percorrida no Estado por veículos de carga com origem ou destino dentro do estado. Mantidas as proporções, se esses caminhões fossem substituídos por veículos novos, digamos 30% mais eficientes, obter-se-ia uma redução das emissões de CO<sub>2</sub> em 2020 da ordem de **0,4 MtCO<sub>2</sub>**. Certamente os benefícios na redução de emissões de poluentes seriam proporcionalmente muito maiores, uma vez

---

<sup>10</sup> Programa Nacional do da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás – Conpet

<sup>11</sup> Conforme nota de referência 8.

que a emissão de poluentes dos veículos novos é dezenas de vezes menor que a de veículos com mais de 30 anos.

#### **4.10 Ações para Evitar a Parada de Caminhões nos Postos de Pedágio**

Uma alternativa simples, que ilustra a importância de pequenos detalhes no ganho de eficiência em transporte, é evitar a parada dos caminhões nos postos de pedágio, pela utilização disseminada de etiquetas eletrônicas de cobrança. Com uma média de um posto de pedágio a cada 50 km nos principais corredores de tráfego pedagiado do estado e substituindo-se a parada por uma redução de velocidade para 40km/h, estima-se uma redução de emissão da ordem de **0,2 MtCO<sub>2</sub>**.

#### **4.11 Uso de combustíveis Renováveis na Substituição do QAV**

O setor aéreo mundial está participando no esforço global de redução das emissões de GEE, com ações voltadas para a melhoria de operação, uso de combustíveis renováveis para substituição de querosene de aviação e projeto e fabricação de modelos mais eficientes de aeronaves. No Brasil, diversas alternativas de produção de querosene de aviação renovável “*drop-in*” vêm sendo estudadas com algumas plantas de demonstração já em operação. Um projeto completado recentemente<sup>12</sup> reuniu os diversos atores para identificar as melhores rotas e propor ações que permitam o estabelecimento de uma indústria de combustíveis renováveis de aviação no país. Supôs-se aqui que 1% do querosene de aviação de origem fóssil fosse substituído por renovável em 2020. Isto provocaria uma redução de emissões de **0,1 MtCO<sub>2</sub>**.

---

<sup>12</sup> “Sustainable Aviation Biofuels for Brazil” com suporte financeiro da Fapesp, Boeing e Embraer.

## 4.12 Síntese das políticas discutidas

A Tabela 4.3 resume os abatimentos adicionais àqueles decorrentes do uso dos combustíveis renováveis apresentados na Figura 8. Portanto, dos 50 MtCO<sub>2</sub> pode-se subtrair os 12,1 MtCO<sub>2</sub>, atingindo-se 37,9 MtCO<sub>2</sub>. O valor ainda está acima da meta da PEMC cerca de 7 MtCO<sub>2</sub>, mas ter-se-ia retornado aos níveis de emissões de CO<sub>2</sub> de 2005, apesar de um crescimento econômico acumulado de 70% no período 2005 – 2020.

**Tabela 4.3 – Abatimentos Adicionais Identificados**

ABATIMENTOS	MtCO <sub>2</sub>
Ônibus Urbanos Capital: 100% Renováveis	1,5
Ônibus Urbanos RMs: 100% Renováveis	0,7
Leves a Gasolina: Híbrido-elétricos	0,5
Rebalanceamento Transporte de Carga	3,9
Expansão sobre Trilhos RMSP	2,2
Caminhões "Sem Paradas em Pedágio"	0,2
Redução do Retorno Vazio no Transporte de Cargas	2,2
Renovação da Frota de Caminhões	0,4
Inspeção de Opacidade	0,4
1% QAV Renovável	0,1
<b>Total de abatimentos adicionais em 2020</b>	<b>12,1</b>

FONTE: Elaborado no estudo

## 5 Síntese do Plano de Ação

A Tabela 5.1 sintetiza as opções de abatimento discutidas neste documento, com as respectivas estimativas dos efeitos em relação ao ano de 2005. Observa-se que a classe dos renováveis responde por aproximadamente 77% dos abatimentos identificados. Confirma-se portanto que, na escala de tempo prevista na PEMC, sem um vigoroso programa de substituição de combustíveis fósseis por renováveis as metas da PEMC não só tornam-se inatingíveis como estarão muito distantes dos resultados alcançáveis de redução de CO<sub>2</sub>.

**Tabela 5.1 – Síntese da Estimativa de Abatimentos para 2020**

Classes	Abatimentos possíveis identificados	MtCO <sub>2</sub>
Substituição de Fósseis por Renováveis	Uso de etanol em 90% da frota flexível e manutenção do anidro na gasolina	23,9
	Uso de 10% biodiesel em todo diesel em SP	3,1
	Ônibus Urbanos Capital: 100% Renováveis	1,5
	Ônibus Urbanos RMs: 100% Renováveis	0,7
	1% QAV renovável	0,1
Redistribuição Modal	Rebalanceamento da Matriz de Transporte de Carga	3,9
	Expansão sobre Trilhos RMSP	2,2
Planejamento e Gestão	Redução do retorno vazio	2,2
	Renovação da frota de caminhões	0,4
	Caminhões "Sem Paradas em Pedágio"	0,2
	Inspeção de opacidade	0,4
Eficiência Veicular	Todos leves a gasolina híbrido-elétricos já em 2014	0,5
<b>Total de abatimentos em 2020</b>		<b>39,1</b>

FONTE: Elaborado no estudo

Vê-se que, isoladamente, a substituição de gasolina por etanol será a maneira mais efetiva para reduzir as emissões líquidas de CO<sub>2</sub> pelo setor de transportes no estado de São Paulo, pois, em resumo:

- O tamanho atual da frota de veículos flexíveis da ordem de 20 milhões de veículos no país e quase 6 milhões no Estado, o que representa mais de 50% da frota de automóveis e derivados em circulação; além disso, motocicletas flex respondem por cerca de 50% das vendas de novos;
- Mantida a participação de veículos flex nas vendas de novos, até 2020 essa frota no Estado deverá representar 81% do consumo dos veículos com motorização Otto, os remanescentes da frota a etanol menos de 1% e a frota dos veículos a gasolina 18%;
- Se a frota flex de São Paulo operar com etanol 90% do tempo em 2020, a emissão de CO<sub>2</sub> evitada pelo uso do etanol será cerca de 30 milhões de toneladas de um total estimado para 2020 de 72 MtCO<sub>2</sub> (admitida a mesma participação de combustíveis de 2005), quantidade significativamente superior às 12 MtCO<sub>2</sub> evitadas pelo etanol em 2012;
- Para bem utilizar a frota flex já disponível no Estado e sua futura expansão é necessário aumentar a oferta de etanol no Estado e atrair o consumidor, tanto por

um preço relativo etanol/gasolina vantajoso, como pela sua conscientização ambiental;

Essa opção estratégica está cercada de algumas ameaças que deverão ser conjuradas pela ação harmônica dos governos estadual e federal, como exposto a seguir.

- Mantidos a tributação vigente entre estados da federação e os preços relativos do etanol no país, verificou-se que é necessário que 56% da frota flex nacional opere com etanol em 2020 para que frota flex paulista esteja usando etanol em 90% do tempo;
- Para tanto, a oferta de etanol no país deveria crescer 13% a.a. até 2020 e o preço relativo etanol/gasolina C por litro em São Paulo deveria se manter abaixo de 60%, como indicam os dados históricos;
- Entretanto, a produção de etanol no país caiu nos últimos três anos devido à desoneração da gasolina no mercado brasileiro, quebra da produtividade agrícola decorrente de intempéries e da falta de investimento na renovação dos canaviais, não se vislumbrando investimentos em novas usinas no curto prazo;
- O programa federal Inovar-Auto, que busca um maior conteúdo nacional na indústria automotiva e também a redução de consumo dos veículos por meio de metas, se por um lado contribui com a redução das emissões de CO<sub>2</sub> pelo aumento da eficiência veicular, por outro ameaça a utilização futura do etanol, pois ao não diferenciar os modelos que usam combustíveis renováveis, induz a importação de tecnologias mais eficientes já desenvolvidas para gasolina, reduzindo a competitividade do etanol e afastando os consumidores dos carros flex;
- O surgimento do pré-sal introduz uma situação paradoxal, pois se é benvinda uma promissora perspectiva de aumento das reservas, da produção e mesmo da exportação de petróleo, não é menos verdade que a sua disponibilidade e o uso amplificado de seus derivados é conflitante com os objetivos de redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

É, portanto, necessário criar um panorama inteiramente novo, amplo e confiável, amparado por políticas intergovernamentais solidamente institucionalizadas, mediante leis sempre que possível, para, como dito acima, atrair o usuário para o consumo do etanol no transporte e transmitir segurança para o sistema produtivo, a fim de fundamentar seus investimentos, até a capacidade global almejada.

Se essa marcante e complexa mudança de rumo não for efetivada, o impacto negativo sobre os objetivos da PEMC será substancial, como se pode depreender do exame das situações abaixo delineadas:

- A capacidade industrial instalada de produção de etanol, com ganhos incrementais de eficiência deve ser suficiente para suprir cerca de 15% da frota flex brasileira



em 2020, além dos 25% de etanol anidro misturado na gasolina; sob esta condição, seriam evitadas cerca de 15 MtCO<sub>2</sub> pelo uso do etanol em 2020 no Estado, um número significativo, mas uma perda de 50% em relação aos quase 30 MtCO<sub>2</sub> acima previstos;

- A atração da fração da frota flex que opera com etanol para o Estado, por mecanismos tributários adicionais, possibilitaria que pouco mais de 50% da frota flex do Estado operasse com etanol, sem aumento da capacidade industrial instalada no país; sob esta condição o uso de etanol no Estado evitaria cerca de 20 MtCO<sub>2</sub> em 2020, número ainda insuficiente face aos objetivos da PEMC.

Considerando as políticas propostas na seção 4 e o quadro de obstáculos acima apontados, recomenda-se que:

- 1) O Estado de São Paulo estabeleça uma política estadual de apoio à produção de combustíveis renováveis e lidere uma ação estratégica junto ao executivo e legislativo federais para articulação de uma política nacional de longo prazo que dê segurança para novos investimentos no setor sucro-energético, de maneira a não se perderem os avanços conseguidos desde o início do Proálcool. Para tanto propõe-se a criação imediata de um Grupo Multisetorial de apoio ao GTT, constituído por representantes das Secretarias de Desenvolvimento, Meio Ambiente, Planejamento, Logística e Transportes, Transportes Metropolitanos, Agricultura, Energia e Fazenda, que deverá propor as linhas dessa política e instituição dos respectivos instrumentos dentro de 60 dias, tendo como referenciais as indicações do presente documento. Em seguida, após a revisão pelo GTT a aprovação pelo GESP, esse mesmo Grupo deverá ser credenciado para iniciar os entendimentos com o Governo Federal e Legislativos estadual e federal, elaborando inclusive as minutas de projetos de lei pertinentes, visando a instituição de uma política nacional segundo as diretrizes ora propostas.
- 2) O Estado de São Paulo, mediante atuação conjunta das Secretarias de Meio Ambiente e Desenvolvimento, obtenha dos órgãos competentes federais as emendas necessárias no Programa Inovar-Auto, para diferenciar positivamente os ganhos de eficiência com o combustível renovável em relação ao fóssil, de modo a valorizar o desenvolvimento nacional e evitar que a simples importação de tecnologias desenvolvidas para a gasolina tornem o etanol menos competitivo para o consumidor. Um possível instrumento para esta política é considerar os ganhos de eficiência em dobro quando se tratar de motor capaz de consumir combustível renovável, ou exigir que a produção de veículos tenha um percentual de unidades a álcool ou flex igualmente enquadrados no Inovar-auto. Essa iniciativa requer forte empenho político, do mais alto nível, e demanda o encaminhamento prévio da medida preconizada no item (1) anterior.

- 3) O Estado de São Paulo, mediante proposição da Secretaria da Fazenda, estabeleça em 90 dias instrumentos tributários que aumentem o diferencial de impostos ou taxas entre etanol e gasolina, considerando as diferentes externalidades, de modo a aumentar consumo e disponibilidade de etanol no Estado. Essa medida deverá inclusive promover a retenção do percentual necessário produzido no estado para o consumo interno, no contexto de um volume de produção total que enseje essa providência sem inibir os objetivos comerciais do setor produtivo em outros mercados. Dentre outros instrumentos a redução do ICMS no etanol hidratado e o aumento do ICMS na gasolina C devem ser avaliados pela Secretaria da Fazenda. Há também mecanismos adicionais à concessão de benefícios diretos para o consumidor final, como a inclusão da nota fiscal de abastecimento com etanol em grupo privilegiado da nota fiscal paulista.
- 4) O Estado de São Paulo, por ação da Secretaria de Desenvolvimento, mobilize a Fapesp e as Universidades e Institutos pertinentes para que desenvolvam programas de P&D voltados para otimização do uso de combustíveis renováveis e atuem junto aos órgãos federais de financiamento de P&D para que incentivem e apoiem a mesma linha de ação. A programação técnica e financeira correspondente a essas prioridades deverá ser preparada e operacionalizada no prazo mais curto possível. Para tanto recomenda-se que a Secretaria de Planejamento, observada a estrutura de programas do PPA e da LDO, introduza as necessárias provisões de recursos na proposta da LOA 2014 a ser encaminhada à ALESP no final de setembro próximo.

Com relação às demais políticas sintetizadas na Tabela 5.1, requerem ação imediata também os programas de expansão e racionalização dos serviços de transportes de carga e de passageiros, que visam melhorar a eficiência e obter mudança da repartição modal, com maior participação dos modos ferroviário e aquaviário e redução do modo rodoviário. Preconizam-se assim, independente da realização de estudos mais aprofundados para caracterizar com mais precisão o montante das emissões que poderão ser abatidas, as seguintes providências, de comum acordo com a Prefeitura do Município de São Paulo naquilo que se refere ao município da Capital:

- Caracterização, pela Secretaria dos Transportes Metropolitanos, dentro de 90 dias, da estrutura de financiamento para o *funding* da poderosa ampliação dos serviços de trilhos e corredores de ônibus nas regiões metropolitanas, em especial da RMSP. Acolhimento dessa estrutura, com os ajustes cabíveis, pelas Secretarias do Planejamento e da Fazenda, e consolidação da mesma dentro da sistemática de orçamento e desembolsos do governo estadual.
- Análise em 60 dias, pela Secretaria dos Transportes Metropolitanos, dos recursos organizacionais necessários para implementar o programa de ampliação das redes de transporte coletivo. Em função da mesma, exame da conveniência ou necessidade de mobilizar a experiência gerencial mais comprovada, nacional e internacional, para assistir os governos estadual e municipal nesse mister, uma vez

que o incremento planejado do ritmo das implantações de sistemas de trilhos e corredores de ônibus não encontra paralelo histórico em São Paulo e no Brasil.

- Definição, pela Secretaria de Logística e Transportes, ainda em 2013, do modelo de estruturação dos empreendimentos das plataformas logísticas intermodais e subsequente lançamento desses projetos público-privados.
- Obtenção, junto ao Governo Federal, do início da construção do Ferroanel Sul e Norte em 2014.

As providências relativas às demais políticas, de menor prioridade face à sua posição mais modesta no *ranking* de abatimento de CO<sub>2</sub>, mas não por isso menos necessárias, serão abordadas no próximo relatório, lembrando desde já que:

- Quanto ao uso de biodiesel, ainda que possa apresentar um impacto significativo na redução contábil da emissão de CO<sub>2</sub>, o estado já é importador líquido de óleos vegetais, situação que pode comprometer a sustentabilidade econômica da alternativa e precisa ser mais bem avaliado;
- Dada a elevada eficiência dos motores diesel, a substituição de óleo diesel por etanol necessita de políticas ainda mais agressivas para viabilizar tal substituição que compensem as diferenças de custo da energia;
- A intensificação dos modos de transporte ferroviário e hidroviário deverão ser acompanhados de exigências tecnológicas para a redução de emissões associadas ao seu crescimento e para a busca de aplicação de energias renováveis nesses setores (tração elétrica e motores pesados a combustíveis renováveis);
- Para o cumprimento das metas estabelecidas pela PEMC, também é imprescindível a substituição do óleo diesel por alternativas renováveis em larga escala, além dos insumos utilizados atualmente timidamente como aditivos (biodiesel, diesel de cana). Para isso é necessária a definição de Programas para o desenvolvimento de motores adequados às novas alternativas, várias delas já em desenvolvimento voluntário, mas sem o necessário apoio governamental para a busca de soluções avançadas;
- Para acelerar a adoção de veículos híbridos e elétricos e incentivar a sua produção no Brasil, recomenda-se a criação de incentivos, por tempo determinado, para a importação de veículos e sistemas de tração de alta eficiência energética, tanto para veículos leves como pesados, tornando-os mais competitivos no mercado.

\* \* \* \* \*

Para uma visão de conjunto apresenta-se a seguir a Tabela 5.2. Ela sintetiza os segmentos veiculares que devem ser contemplados por programas de redução de emissões de CO<sub>2</sub>,

seja intensificando os programas existentes (I) ou mediante o desenvolvimento de regulamentações novas (R).

**Tabela 5.2 – Visão geral da necessidade de estratégias ambientais associadas ao PDLT2030**

Poluente	Leves Otto	Motos	Leves diesel	Diesel Pesados	Aviões	Ferrovia	Hidrovia
CO <sub>2</sub> fóssil	I	R	R	R	R	R	R
CO <sub>2</sub> renovável	I	I	I	I/R	R	R	R
CH <sub>4</sub>	não significativos para a emissão de GEE						
N <sub>2</sub> O							
NH <sub>3</sub>							

Legenda: I = intensificar programa; R = regulamentar; L = levantar dados

\* \* \* \* \*

O Plano de Ação de grande amplitude delineado nesta seção deve ser encabeçado pelo GESP, pois deriva da PEMC. Entretanto envolve necessariamente e depende crucialmente do Governo Federal. Necessita também da adesão das prefeituras mais importantes das regiões metropolitanas do estado. Entretanto, independente da conclusão dos entendimentos intergovernamentais, podem ter início imediato as medidas que estão dentro da governabilidade do GESP, como por exemplo o programa de P&D estadual.

Tendo em vista que o ano meta é 2020, o prazo de execução do plano ora proposto é muito curto, tornando urgente o início de sua execução. É recomendável, outrossim, sem prejuízo da continuidade de atuação do GTT e da formação dos grupos acima propostos, criar uma Estrutura Executiva trabalhando em regime de dedicação integral, para fazer o planejamento cronológico e financeiro detalhado 2013-2020. Os produtos esperados deste grupo de trabalho deverão definir clara indicação de metas e responsáveis, diligenciar a obtenção dos recursos necessários e a execução das iniciativas, coordenar as várias frentes, monitorar o andamento e providenciar correção de rumos quando necessário. Essa Estrutura Executiva poderá ser sediada na SLT ou na STM, ou vincular-se a ambas. Deverá ser dirigida por um coordenador com larga e comprovada experiência exitosa em projetos complexos e contar com pessoal e recursos organizacionais que poderão ser detalhados pelo GTT após a aprovação das proposições do presente relatório. Poderá também contratar empresa de gerenciamento experiente, para assessorá-la em seu trabalho.

## **6 Os Próximos Passos.**

Propõem-se os seguintes passos:

1. Após as discussões e esclarecimentos que forem necessários, a nível estadual, deverão ser formalmente aprovadas pelo GESP as políticas e o Plano de Ação.
2. A seguir, deverão ser desenvolvidos os entendimentos no mais alto nível entre GESP e Governo Federal e prefeituras, para estabelecer uma agenda comum de trabalho, a ser depois desenvolvida a nível técnico, para discutir as propostas e estabelecer políticas comuns.
3. Em paralelo a 2 acima, será criada a Estrutura Executiva para realizar as tarefas a ela afetas, conforme exposto no Plano de Ação.
4. Em seguida, deverão ter início as providências executivas do Plano de Ação.
5. O GTT deverá dar continuidade aos trabalhos para emissão de relatório e recomendações complementares ao presente documento e para suprir apoio técnico à Estrutura Executiva.