



## PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL EM VEÍCULOS FLEXFUEL NO BRASIL

Flávio Raposo de Almeida

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

Orientadores: Alexandre Salem Szklo

Roberto Schaeffer

Rio de Janeiro

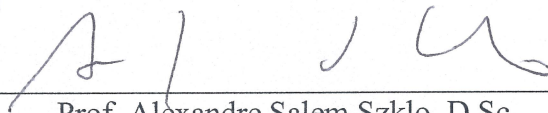
Fevereiro de 2016

PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE  
COMBUSTÍVEL EM VEÍCULOS FLEXFUEL NO BRASIL

Flávio Raposo de Almeida

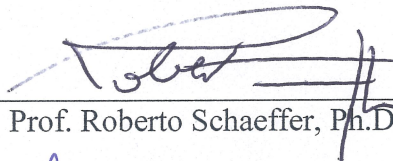
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:



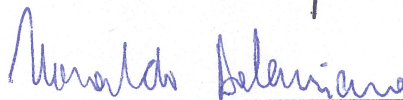
---

Prof. Alexandre Salem Szklo, D.Sc.



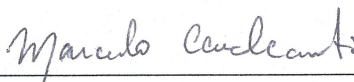
---

Prof. Roberto Schaeffer, Ph.D.



---

Prof. Ronaldo Balassiano, Ph.D.



---

Dr. Marcelo Castello Branco Cavalcanti, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

FEVEREIRO DE 2016

Almeida, Flávio Raposo de

Proposta de abordagem para avaliação do consumo de combustível em veículos *flexfuel* no Brasil / Flávio Raposo de Almeida – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

XVII, 191 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Alexandre Salem Szklo

Roberto Schaeffer

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2016.

Referências Bibliográficas: p. 160-169.

1. Etanol. 2. Gasolina. 3. Escolha do consumidor. 4. Custo adicional. I. Szklo, Alexandre Salem *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

“...mil cestas todos os dias”  
(Lema de Oscar Schmidt)



## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela valorização da educação acima de tudo.

À Maria Carla de Lima, que ouviu curiosamente minhas histórias e explicações sobre os assuntos mais diversos, passando por política monetária a veículos flex, até o presente momento. Acredite, você foi a melhor aluna que já tive um dia.

À minha irmã, Fernanda, por refletir em mim o seu gosto pelas coisas que faz e encontrar nisso a força necessária para vencer obstáculos, desafios e barreiras.

À Maria Eduarda Almeida (Duda), por compreender, mesmo aos nove anos, que o tio Flávio não sai do quarto, não vê Cartoon, nem tira férias porque tem um trabalho de casa grande para entregar na escola. E ele não acaba nunca...

À Carla Barreto Morgado, por me incentivar desde sempre, fazendo questão de experimentar junto comigo cada conquista, problema ou mínima dificuldade: S2!

Aos professores Roberto e Alexandre, pela oportunidade de orientação, apoio e incentivo no tema escolhido para o desenvolvimento deste projeto. Ao professor André Lucena, pelas orientações, comentários sempre precisos e pertinentes. Ao Régis, pelo apoio, pela orientação acadêmica em diversos momentos e pela abertura para tratar de qualquer assunto de forma direta. Aos professores Fernando Legey e Lúcio Guido, pela simpatia e apoio desde a minha entrada no PPE.

Aos funcionários do PPE, em especial ao Paulo e à Sandrinha, por sempre terem uma solução rápida para as minhas dúvidas e pelo apoio e torcida ao longo dessa fase.

Aos meus colegas da turma de mestrado, do laboratório Cenergia e da Rappeize do Whatsapp, obrigado, pelos churrascos da turma em lugares alternativos (dá-lhe Galo!), pelos almoços no bandeirão ou grêmio da Coppe (sempre divertidos), pelos açaís no Baptista às 17h00 (ou às 16h30, a depender da fome), pelas conversas sobre assuntos diversos e, acima de tudo, pela insistência na amizade, frente ao meu humor peculiar raramente compreendido. Em especial agradeço ao Bernardo Zurli Machado (Edson ou Pelé), grande amigo adquirido, exemplo pessoal e profissional, e à Mariana Império, minha mais recente melhor amiga: obrigado, “boneca”! Ambos vocês foram um dos melhores resultados desse projeto.

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

## PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL EM VEÍCULOS FLEXFUEL NO BRASIL

Flávio Raposo de Almeida

Fevereiro/2016

Orientadores: Alexandre Salem Szklo

Roberto Schaeffer

Programa de Planejamento Energético

A introdução de veículos *flexfuel* no mercado automotivo brasileiro ocorreu em março de 2003. Desde então, tal inovação tecnológica tem dado aos consumidores maior poder arbitragem no processo de escolha de combustível. No Brasil, a razão de preços de indiferença entre os combustíveis advém da razão entre as eficiências do etanol ( $E_e$ ) e da gasolina ( $E_g$ ) no motor *flex*, avaliadas em quilômetros por litro de combustível, sendo  $E_e/E_g = 0,7$  o valor mais praticado pelo setor automotivo. Sob tal critério, quando o preço do litro de etanol ( $P_e$ ) se encontra acima de 70% do preço do litro de gasolina ( $P_g$ ), a aquisição do biocombustível é considerada desvantajosa. Analogamente, a relação  $P_e/P_g < 0,7$  representa desvantagem ao combustível fóssil.

A partir de uma proposta de modelagem energética do tipo *bottom-up*, este trabalho analisou aspectos relacionados ao dispêndio adicional do consumidor, devido à escolha desvantajosa entre etanol e gasolina (intitulado “custo de oportunidade”). O aumento da frequência de meses desfavoráveis ao biocombustível ocasionou o aumento do custo de oportunidade de etanol ( $CO_e$ ) e reduziu o de gasolina ( $CO_g$ ). O valor médio verificado para  $E_e/E_g$  se mostrou inferior ao usualmente praticado, revelando o viés da indústria automotiva a favor da gasolina. Por fim, a análise de sensibilidade do custo de oportunidade identificou valores de  $E_e/E_g$  para as frotas estaduais que, se devidamente combinados, minimizam o custo de oportunidade total, atingindo reduções de até 20% dos valores encontrados sob a hipótese inicial de  $E_e/E_g = 0,70$ .

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

PROPOSED APPROACH TO FUEL CONSUMPTION ASSESSMENT IN  
FLEXFUEL VEHICLES IN BRAZIL

Flávio Raposo de Almeida

February/2016

Advisors: Alexandre Salem Szklo

Roberto Schaeffer

Department: Energy Planning

The introduction of flex-fuel vehicles into the Brazilian automotive market occurred in March 2003. Since then, this option has given consumers more freedom of choice at the pump. In Brazil, the relative price between fuels is based on the fuel economy of ethanol ( $E_e$ ) and gasoline ( $E_g$ ) in flex-fuel engines, which is widely used by the automotive industry as  $E_e/E_g = 0.70$ . According to this rule, when ethanol prices ( $P_e$ ) exceed 70% of gasoline prices ( $P_g$ ) for the same volume, the acquisition of the biofuel is supposed to be disadvantageous. On the other hand,  $P_e/P_g < 0.7$  is a disadvantageous situation for gasoline acquisition.

The parametric bottom-up model suggested in this study analyzed aspects related to additional consumer spending (named “opportunity cost”) due to disadvantageous choice between fuels. The increasing frequency of adverse months to biofuel caused the increase of ethanol opportunity cost ( $CO_e$ ) and reduced gasoline’s one ( $CO_g$ ). The average figure recorded for  $E_e/E_g$  proved lower than usually practiced, revealing the bias of the automotive industry in favor of gasoline. Finally, the sensitivity analysis of the opportunity cost identified values of  $E_e/E_g$  for state fleets that if properly combined minimize the total cost of opportunity, reaching reductions of up to 20 % of the amount found under the primary assumption of  $E_e/E_g = 0.70$ .

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
Objetivo .....	4
Estrutura .....	5
<b>1. ASPECTOS DA TECNOLOGIA FLEXÍVEL.....</b>	<b>7</b>
1.1. O veículo <i>flexfuel</i> .....	7
1.2. Considerações envolvidas na escolha do combustível .....	13
1.3. O preço relativo de etanol.....	18
1.3.1. Dimensão técnica.....	18
1.3.2. Dimensão econômica.....	26
1.4. A composição dos preços dos combustíveis.....	32
1.4.1. Custos de produção.....	33
1.4.2. Margens .....	36
1.4.3. Fretes.....	38
1.4.4. Tributos.....	42
<b>2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA .....</b>	<b>46</b>
2.1. A evolução do preço relativo .....	50
2.2. Estimativa da perda econômica na escolha do combustível .....	53
<b>3. MODELAGEM DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL .....</b>	<b>75</b>
3.1. Aspectos básicos sobre modelagem energética .....	78
3.2. Licenciamento de veículos leves .....	79
3.3. Estoque de veículos .....	82
3.3.1. Curva de sucateamento de veículos .....	82
3.4. Curvas de intensidade de uso de veículos.....	84
3.5. Consumo específico dos veículos leves.....	85
3.6. Verificação de consistência das estimativas .....	87
3.7. Regionalização do Brasil .....	88

3.7.1. Frota de veículos .....	88
3.7.2. Consumo de combustíveis do motor ciclo Otto.....	89
3.7.3. Consumo regional de EHC e gasolina C dos veículos flexfuel .....	90
3.7.4. Calibração do modelo .....	92
<b>4. AVALIAÇÃO DO DISPÊNDIO COM COMBUSTÍVEL.....</b>	<b>97</b>
4.1. Refinamento da estimativa da perda econômica .....	97
4.2. Avaliação do padrão veicular .....	118
4.3. Análise de sensibilidade do custo de oportunidade .....	127
4.4. Considerações adicionais sobre a escolha do combustível.....	140
4.4.1. Visão do mercado sueco .....	141
4.4.2. Motivações do consumidor brasileiro.....	142
4.4.2.1. Baseadas em estudos técnicos .....	142
4.4.2.2. Baseadas na literatura científica .....	144
<b>5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>147</b>
5.1. Limitações e fragilidades .....	153
5.2. Propostas de estudos futuros.....	157

## Lista de Figuras

Figura 1-1: Licenciamentos de veículos leves a etanol e gasolina ( $10^6$ unidades).....	8
Figura 1-2: Evolução do licenciamento de carros <i>flexfuel</i> .....	9
Figura 1-3: Diagrama de fluxo da produção de açúcar e bioetanol de cana.....	10
Figura 1-4: Logística da gasolina e do etanol no Brasil .....	26
Figura 1-5: Composição de preços de EHC e percentual de formação em São Paulo ...	27
Figura 1-6: Esquema geral de precificação dos derivados de petróleo .....	27
Figura 1-7: Evolução da composição do preço da gasolina C.....	32
Figura 1-8: Evolução da composição do preço do EHC .....	33
Figura 1-9: Custo de produção agrícola (a) e O&M de uma destilaria (b).....	35
Figura 1-10: Composição do custo de insumos da gasolina C .....	36
Figura 1-11: Evolução da margem média de revenda .....	37
Figura 1-12: Evolução da margem média de revenda ponderada pelo consumo .....	37
Figura 1-13: Estimativa das margens de revenda e distribuição .....	38
Figura 1-14: Áreas de plantações de cana-de-açúcar no Brasil.....	40
Figura 1-15: Matriz de transporte de cargas de 2007 de países selecionados .....	40
Figura 1-16: Matriz de transporte de carga no Brasil (% TKU).....	41
Figura 1-17: Estimativa de preços e custos de transporte de etanol por modal.....	42
Figura 2-1: Intensidade do consumo vs. preço relativo de EHC nas UFs .....	49
Figura 2-2: Evolução do preço relativo do etanol .....	51
Figura 2-3: Relação $P_e/P_g$ mensal mínima nas UFs em 2008 e 2009.....	52
Figura 2-4: Desmembramento do cálculo do custo de oportunidade em parcelas .....	54
Figura 2-5: Percentual de meses de EHC desvantajoso em relação à gasolina C .....	56
Figura 2-6: Custo de Oportunidade do EHC nas UFs (2005/01 a 2012/12).....	57
Figura 2-7: Custo de Oportunidade da Gasolina C nas UFs (2005/01 a 2012/12).....	57
Figura 2-8: CO de EHC das UFs (2005-2008) em milhões de reais .....	60
Figura 2-9: CO de EHC das UFs (2009-2012) em milhões de reais .....	60
Figura 2-10: CO de gasolina C das UFs (2005-2008) em bilhões de reais .....	62
Figura 2-11: CO de gasolina C das UFs (2009-2012) em bilhões de reais .....	62
Figura 2-12: Razão $P_e/P_g$ média nas UFs (2005-2008 e 2009-2012).....	63
Figura 2-13: Painel de indicadores do consumo regional de EHC.....	69
Figura 2-14: Painel de indicadores do consumo regional de gasolina C.....	70
Figura 2-15: Painel de indicadores do consumo regional de combustíveis.....	71

Figura 3-1: Perda econômica da gasolina C e do EHC vs. preço relativo ( $P_e/P_g$ ).....	76
Figura 3-2: Consistência mensal entre as fontes (ii) e (iii).....	81
Figura 3-3: Consistência anual entre as fontes (i) e (iii).....	82
Figura 3-4: Consumo específico de automóveis (esquerda) e comerciais leves (direita)87	
Figura 3-5: Procedimento de calibração do modelo aplicado às UFs .....	93
Figura 3-6: Aplicação do pós-tratamento dos dados .....	95
Figura 4-1: $CO_e flexfuel$ nas UFs (2005/01 a 2012/12) .....	99
Figura 4-2: $CO_g flexfuel$ nas UFs (2005/01 a 2012/12).....	99
Figura 4-3: $CO_e flex$ das UFs (2005-2008) em milhões de reais .....	100
Figura 4-4: $CO_e flex$ das UFs (2009-2012) em milhões de reais .....	100
Figura 4-5: $CO_g$ das UFs (2005-2008) em bilhões de reais.....	103
Figura 4-6: $CO_g$ das UFs (2009-2012) em bilhões de reais.....	103
Figura 4-7: Painel de indicadores revisado do consumo regional <i>flexfuel</i> de EHC. ....	108
Figura 4-8: Painel de indicadores revisado do consumo <i>flexfuel</i> de gasolina C. ....	109
Figura 4-9: Painel de indicadores revisado do consumo regional <i>flexfuel</i> . ....	110
Figura 4-10: Indicador mensal de custo de oportunidade por veículo .....	114
Figura 4-11: Indicador mensal de custo de oportunidade por consumo.....	115
Figura 4-12: $E_e/E_g$ do PBE Veicular sob a ótica das montadoras .....	122
Figura 4-13: Eficiência veicular dos novos veículos leves.....	126
Figura 4-14: Curvas de $CO_e$ e $CO_g$ para cada $E_e/E_g$ .....	127
Figura 4-15: Simulação de $CO$ , $CO_e$ e $CO_g$ em função de $E_e/E_g$ .....	129
Figura 4-16: Simulação de $CO$ em função de $(E_e/E_g)_c$ .....	133
Figura 4-17: Curvas de abatimento do custo de oportunidade .....	138
Figura 4-18: Contraste entre as curvas de abatimento $A^{(8)}$ e $A^{(7)*}$ .....	139
Figura 4-19: Arranjos intermediários das frotas estaduais .....	139

## Lista de Tabelas

Tabela 1-1: Licenciamentos de veículos leves a etanol e gasolina (1979-2012).....	8
Tabela 1-2: Evolução da tecnologia <i>flexfuel</i> .....	12
Tabela 1-3: Propriedade da gasolina C e do EHC .....	22
Tabela 1-4: Indicadores selecionados da indústria de etanol em 2006.....	34
Tabela 1-5: Origem-destino dos fretes de combustíveis líquidos.....	39
Tabela 1-6: Saldo líquido ( $10^3$ m <sup>3</sup> ) de EHC por grande região (2003-2008) .....	39
Tabela 1-7: Resumo das aplicações dos tributos dos combustíveis .....	43
Tabela 1-8: Percentual de tributos incidentes sobre o EHC e a gasolina C (%).....	44
Tabela 2-1: Saldo líquido ( $10^3$ m <sup>3</sup> ) de EHC por UF e grande região (2003-2008) .....	47
Tabela 2-2: Alíquotas de ICMS sobre os combustíveis nas UFs (%) .....	48
Tabela 2-3: Custo de oportunidade de EHC (CO <sub>e</sub> ) por veículo e por UF .....	59
Tabela 2-4: Custo de oportunidade de gasolina C (CO <sub>g</sub> ) por veículo e por UF.....	61
Tabela 2-5: Custo de oportunidade de EHC (CO <sub>e</sub> ) por veículo em cada região .....	63
Tabela 2-6: Custo de oportunidade de gasolina C (CO <sub>g</sub> ) por veículo e por região .....	64
Tabela 2-7: Participação do CO do NN e CS no CO nacional (%) .....	65
Tabela 2-8: Peso do CO <sub>e</sub> e CO <sub>g</sub> das regiões no NN e CS (%).....	66
Tabela 2-9: Proporção entre CO <sub>e</sub> e CO <sub>g</sub> nas regiões, grandes regiões e no país (%).....	66
Tabela 3-1: Consumo específico de combustível nos veículos leves.....	86
Tabela 3-2: Consumo relativo médio mensal de EHC / gasolina C por UF (%).....	91
Tabela 4-1: CO <sub>e</sub> <i>flex</i> por veículo e por UF .....	101
Tabela 4-2: CO <sub>g</sub> por veículo e por UF.....	102
Tabela 4-3: CO <sub>e</sub> por veículo em cada região.....	104
Tabela 4-4: CO <sub>g</sub> por veículo e por região.....	105
Tabela 4-5: Participação de CO <sub>e</sub> e CO <sub>g</sub> do NN e CS .....	105
Tabela 4-6: CO <sub>e</sub> e CO <sub>g</sub> das regiões no NN e CS .....	106
Tabela 4-7: Proporção entre CO <sub>e</sub> e CO <sub>g</sub> nas regiões, nas grandes regiões e no país....	107
Tabela 4-8: Eficiência de veículos novos.....	121
Tabela 4-9: Tabela-resumo das edições do PBE Veicular .....	122
Tabela 4-10: Eficiência veicular nas unidades federativas.....	125
Tabela 4-11: Evolução do CO/L (R\$/L) em função dos casos simulados.....	135
Tabela 4-12: Conjunto de casos simulados .....	136
Tabela 4-13: Fatores envolvidos na escolha do combustível. ....	142



Tabela 4-14: Conjecturas para o consumo de EHC.....	145
Tabela 4-15: Causas aventadas pela literatura técnica e científica.....	146
Tabela 5-1: Licenciamentos anuais de automóveis (1957-2012) .....	171
Tabela 5-2: Licenciamentos anuais de veículos comerciais leves (1957-2012).....	172
Tabela 5-3: Sucateamento anual de automóveis (1957-2012).....	173
Tabela 5-4: Sucateamento anual de veículos comerciais leves (1957-2012) .....	174
Tabela 5-5: Estoque anual de automóveis (1957-2012) .....	175
Tabela 5-6: Estoque anual de veículos comerciais leves (1957-2012).....	176

## Lista de Equações

Equação 1-1:  $\text{Mín } C_e = \text{Mín} \left[ \frac{Pe}{E_e}; \frac{Pg}{E_g} \right]$

Equação 1-2:  $\text{Mín } C_e = \text{Mín} \left[ \frac{Pe}{E_{e'}}; \frac{Pg}{E_{g'}} \right]$

Equação 1-3:  $\frac{E_e}{E_g} = \frac{P_e}{P_g} \text{ ou } \frac{E_g}{E_e} = \frac{P_g}{P_e}$

Equação 2-1:  $IC = \frac{C_{e/Fe}}{[C_e + (C_g/0,7)]/F_e}$

Equação 2-2:  $CO(i) = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{Pe(i)}{Pg(i)} - 0,7 \right) \times Pg(i) \times Ce(i) \times FA(i) \right]$

Equação 2-3:  $CO(i) = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{Pg(i)}{Pe(i)} - \frac{1}{0,7} \right) \times Pe(i) \times Cg(i) \times FA(i) \right]$

Equação 3-1:  $S(i) = e^{(-e^{(a+bi)})}$

Equação 3-2:  $Z(i) = 1 - e^{(-e^{(a+bi)})}$

Equação 4-1:  $\Delta E = \Delta E_S + \Delta E_{NS}$

Equação 4-2:  $\Delta CO = \Delta CO_S + \Delta CO_{NS}$

Equação 4-3:  $CO_e = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{Pe(i)}{Pg(i)} - \frac{E_e}{E_g} \right) \times Pg(i) \times Ce(i) \times FA(i) \right]$

Equação 4-4:  $CO_g = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{Pe(i)}{Pg(i)} - \frac{E_g}{E_e} \right) \times Pg(i) \times Ce(i) \times FA(i) \right]$

## Lista de Siglas e Abreviações

ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

AKI: *Antiknock Index* ou índice antidetonante

ANFAVEA: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ASME: *American Societies of Mechanical Engineers*

ASTM: *American Society for Testing and Materials*

BEN: Balanço Energético Nacional

BNDES: Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

BEV: *Battery Electric Vehicles* (veículos elétricos à bateria)

CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CIDE: Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico

COFINS: Contribuição Social para o Financiamento da Seguridade Social

EAC: Etanol Anidro Combustível

EHC: Etanol Hidratado Carburante

EPE: Empresa de Pesquisa Energética

FENABRAVE: Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores

FOB: *Free On Board* ou livre a bordo

GEE: Gases de Efeito Estufa

GNV: Gás Natural Veicular

GT-MMA: Grupo de Trabalho do Ministério do Meio Ambiente

HEV: *Hybrid Electric Vehicles* (veículo elétrico híbrido)

IAD: Índice antidetonante

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS: Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IU: Intensidade de uso

IMF: *International Monetary Fund*

IPCA: Índice de Preços ao Consumidor Amplo

IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPi: Imposto sobre Produtos Industrializados

MF: Ministério da Fazenda

MMA: Ministério do Meio Ambiente

MME: Ministério de Minas e Energia

MON: *Motor Octane Number*

MVA: Margem de Valor Agregado

PBE Veicular: Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular

PDE: Plano Decenal de Energia

PHEV: *Plug-in Hybrid Electric Vehicles* (veículos híbridos elétricos plug-in)

PIS: Contribuição para o Programa de Integração Social do Trabalhador

PMPF: Preço Médio ao consumidor Final

PNE: Plano Nacional de Energia

RON: *Research Octane Number*

UF: Unidade Federativa

SAE: *Society of Automotive Engineers*

SINET: Sistema Nacional de Estatística de Trânsito

## Lista de símbolos

CA: custo adicional (em reais)

CO: custo de oportunidade (em reais)

CO<sub>e</sub>: custo de oportunidade do Etanol Hidratado Carburante (EHC)

CO<sub>g</sub>: custo de oportunidade da gasolina C

CO/L: custo de oportunidade específico (em reais por litro)

CO<sub>e</sub>/L: custo de oportunidade específico do EHC

CO<sub>g</sub>/L: custo de oportunidade específico da gasolina C

$\Delta$ CO<sub>e</sub>/L: variação do custo de oportunidade específico de EHC

$\Delta$ CO<sub>g</sub>/L: variação do custo de oportunidade específico de gasolina C

E100: etanol hidratado carburante no Brasil (100% de etanol hidratado)

E85: mistura de 85% de etanol anidro combustível na gasolina nos Estados Unidos

E<sub>e</sub>: eficiência do etanol hidratado carburante (km/l) no motor *flexfuel*

E<sub>g</sub>: eficiência da gasolina C (km/l) no motor *flexfuel*

P<sub>e</sub>: preço de revenda do etanol hidratado carburante

P<sub>g</sub>: preço de revenda da gasolina C

Km/h: quilômetros por hora (velocidade)

R\$/km: reais por quilômetro (custo por distância percorrida)

Km/l: quilômetros por litro (economia/autonomia de combustível ou eficiência)

$\eta$ : rendimento  $\equiv$  eficiência

E<sub>e</sub>/E<sub>g</sub>: eficiência relativa de EHC (razão de eficiência entre EHC e gasolina C)

(E<sub>e</sub>/E<sub>g</sub>)<sub>r</sub>: eficiência relativa de EHC real

(E<sub>e</sub>/E<sub>g</sub>)<sub>c</sub>: eficiência relativa de EHC crítica

$\Delta E$  (E<sub>e</sub>/E<sub>g</sub> - 0,7): desvio da eficiência

$\Delta E_S$ : desvio sistemático da eficiência

$\Delta E_{NS}$ : desvio não-sistemático da eficiência

$\Delta CO_S$ : desvio do custo de oportunidade sistemático

$\Delta CO_{NS}$ : desvio do custo de oportunidade não-sistemático

$\Delta P_e$  (P<sub>e</sub> - 0,7P<sub>g</sub>): desvio do preço de EHC

V<sub>g</sub>/V<sub>e</sub>: consumo relativo de EHC

## INTRODUÇÃO

Os preços dos combustíveis no Brasil e a sua disponibilidade apresentam constante variação devido a diversos fatores externos como, por exemplo, a taxa de câmbio do dólar americano, o preço internacional do petróleo e a demanda por açúcar no mercado mundial (BAÊTA, 2006). Internamente, os fatores relativos à organização geopolítica da cadeia de produção e distribuição de combustíveis contribuem para a diferenciação apresentada pelos mercados regionais do país. Considerando tal contexto, a tecnologia bicomcombustível propicia ao seu usuário relativa independência dos processos de formação de preços dos combustíveis, permitindo-lhe adaptar-se às oscilações do mercado.

A introdução dos veículos *flexfuel* no mercado brasileiro de combustíveis ocorreu em março de 2003, um ano após o enquadramento na mesma categoria fiscal e tributária dos veículos a etanol, conforme o Decreto nº 4.317 de 31 de julho de 2002 (EPE, 2013). Tal inovação tecnológica tem dado aos consumidores maior poder de arbitragem ao possibilitar a substituição entre os combustíveis líquidos no instante do abastecimento.

Se dois bens são substitutos perfeitos, o consumidor comprará o que for mais barato. Caso ambos apresentem o mesmo preço, o consumidor não se importará em comprar um ou outro (VARIAN, 2006). Ao considerar que o etanol hidratado carburante (EHC) e a gasolina C (mistura entre a gasolina A, oriunda da refinaria, e o etanol anidro), ambos os combustíveis utilizados nos veículos *flexfuel*, são substitutos perfeitos, a expectativa natural é que a escolha do consumidor permita seu veículo realizar a maior distância percorrida pelo menor preço, avaliada em reais por quilômetro (R\$/km).

No Brasil, este processo de escolha é fundamentado na razão de preços entre os combustíveis – preço do EHC ( $P_e$ ) e preço da gasolina C ( $P_g$ ) –, oriunda da razão entre as eficiências volumétricas do EHC ( $E_e$ ) e da gasolina C ( $E_g$ ) no uso do motor *flexfuel*. Em geral,  $E_e/E_g \cong 0,7$  e, dessa forma, a razão entre os preços por litro de combustível  $P_e/P_g = 0,7$  é o patamar mais praticado para a indiferença do consumidor à escolha dos combustíveis, do ponto de vista econômico, ao compensar a eficiência volumétrica reduzida do biocombustível em relação ao combustível fóssil.

De acordo com a teoria da escolha racional, indivíduos buscam maximizar o bem-estar ponderando custos e benefícios na escolha econômica (PACINI & SILVEIRA, 2011). Entretanto, os comportamentos humanos nem sempre podem ser explicados sob a lógica

teórica da economia. Adicionalmente, SALVO & HUSE (2013) e ANDERSON (2012) identificam indícios de substituição imperfeita entre os combustíveis, bem como motivações baseadas em critérios distintos para consumo de cada um deles.

As preferências do consumidor são a descrição fundamental para analisar a escolha, enquanto a utilidade constitui uma forma de descrevê-las (VARIAN, 2006). O conjunto de elementos que compõem a utilidade do consumidor pode variar segundo diversos fatores como clima, qualidade do combustível, autonomia veicular, histórico de preços relativos, entre outros; além de determinar preferências heterogêneas, ou seja, motivações oriundas de naturezas distintas: ambiental, econômica, cultural, dentre outras.

Os mercados estaduais de combustíveis líquidos no Brasil podem ser influenciados por diversos fatores considerados nas ações de planejamento; dentre os quais, a formação de preços e a propensão local a consumir são pontos relevantes. A promoção, tanto do EHC quanto da gasolina C, nas diferentes unidades federativas (UF) do país, seria possivelmente mais efetiva se incorporasse os aspectos regionais do padrão de consumo específico de cada estado em suas políticas de promoção.

SALVO & HUSE (2013) avaliaram o que ocorreria com a demanda no Estado do Pará, caso a incidência tributária estadual (ICMS<sup>1</sup>) sobre o etanol fosse reduzida do patamar de 28% àquela praticada no Estado de São Paulo (12%) à época do estudo dos autores. O efeito verificado foi a modesta adoção do etanol frente à substancial redução do seu preço relativo, mesmo com a infraestrutura de distribuição já em funcionamento.

À medida que a frota de veículos *flexfuel* se consolida no país, esta discussão se torna cada vez mais relevante para a competitividade dos mercados de gasolina e etanol. CAVALCANTI (2011) discute a possibilidade de aumento da tributação sobre o etanol, mantendo-o competitivo em relação à gasolina, no intuito de mitigar a perda de arrecadação do Estado. A análise das motivações envolvidas na preferência pelo uso de biocombustível pode representar incentivos à mudança da política tributária dos estados, buscando maior adequação de preços alinhada à realidade do consumidor.

---

<sup>1</sup> ICMS - Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação: incide sobre as atividades de refino, distribuição e revenda (RODRIGUES, 2011).

No Brasil, há indícios de preferências distintas, entre os combustíveis líquidos supracitados, em função da localização geográfica, muito embora a relação de preços ( $P/P_g$ ) tenha influência predominante na maioria do território nacional (EPE, 2013). A imagem mais clara da dinâmica dos mercados de combustível, abordando os custos associados à escolha, aparentemente, imperfeita do consumidor, poderia desenvolver a compreensão sobre o comportamento do consumo, em caráter regional, e contribuir para a definição da política desejada para a promoção do biocombustível (PACINI & SILVEIRA, 2011).

Outro aspecto relevante que enaltece a importância da discussão sobre a escolha de combustíveis é o crescimento da frota nacional de veículos leves e as formas de evolução das tecnologias veiculares apresentadas ao mercado automotivo brasileiro. No horizonte de 2050, as perspectivas de um cenário econômico favorável<sup>2</sup>, com manutenção da oferta de crédito, redução da taxa de desemprego e crescimento da renda per capita, associado à indústria automobilística mais competitiva e ao nível de motorização relativamente baixo no Brasil continuarão impulsionando a demanda por veículos leves (EPE, 2014a), o que tende a elevar a demanda de combustíveis líquidos.

Uma das formas de reduzir a dependência destes combustíveis e as respectivas emissões de poluentes locais e globais é a partir do uso de novas tecnologias que permitirão a interação do setor de transportes com o sistema elétrico. As soluções mais tangíveis atualmente envolvem o amadurecimento do uso de veículos elétricos à bateria (*Battery Electric Vehicles* – BEV), bem como dos veículos híbridos elétricos *plug-in* (*Plug-in Hybrid Electric Vehicles* – PHEVs) (BORBA, 2012). Os BEVs funcionam unicamente por meio da eletricidade da rede armazenada eletroquimicamente em suas baterias. Os PHEVs são automóveis híbridos elétricos<sup>3</sup> (*Hybrid Electric Vehicles* – HEVs) que podem utilizar tanto a energia oriunda da rede elétrica, quanto dos combustíveis líquidos usuais nos veículos leves.

---

<sup>2</sup> Muito embora as perspectivas de longo prazo sejam favoráveis, o curto e médio prazos apontam para um cenário de crescimento limitado e moderado, respectivamente, segundo EPE (2015). Adicionalmente, o Fundo Monetário Internacional (IMF, 2016) prevê um cenário de recessão brasileira em 2016, sucedido de um ano de estagnação em 2017, com possibilidade de retomada do crescimento somente em 2018, ou seja, prognóstico de previsões negativas para o curto prazo no Brasil.

<sup>3</sup> Um veículo híbrido possui mais de um motor de propulsão. Os veículos híbridos elétricos são os automóveis, já produzidos mundialmente (em especial nos EUA e Europa), que combinam um motor de combustão interna e um motor elétrico (BORBA, 2012).



Os veículos *plug-in* utilizam tanto o armazenamento eletroquímico de energia quanto os combustíveis convencionais para superar algumas das deficiências do veículo elétrico à bateria, tais como: armazenamento eletroquímico, baixa energia específica da bateria em termos de volume e massa, e baixa taxa de recarga<sup>4</sup> (BRADLEY & FRANK, 2009). Dessa forma, podem ser considerados como uma solução transitória entre os veículos à combustão interna e os veículos elétricos à bateria, no curto e médio prazos (EPE, 2014a), enquanto os veículos puramente elétricos representam possivelmente uma solução de longo prazo do setor de transportes (IEA, 2011).

No Brasil, a trajetória das tecnologias veiculares deve seguir o mesmo padrão de evolução mundial, à exceção de particularidades locais: a transição para os veículos híbridos deve favorecer a tecnologia *flexfuel* já presente no país (EPE, 2014a) e majoritária nos licenciamentos nacionais até então (MME, 2013). Destarte, a dinâmica de escolha entre combustíveis deverá permanecer, no médio prazo, ao contemplar futuramente três opções de abastecimento: EHC, Gasolina C ou eletricidade. Sob tais considerações, a avaliação do padrão de consumo de combustível estende sua relevância, por mais alguns anos, no transporte privado de passageiros. Nota-se a extensão da problemática atual até o horizonte de médio/longo prazo, bem como a intensificação da sua complexidade, frente à entrada de uma terceira alternativa de abastecimento para os veículos *flexfuel* híbridos *plug-in*: a eletricidade.

## **Objetivo**

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma abordagem metodológica para a avaliação do consumo de EHC e gasolina C pelos veículos leves *flexfuel* nas UF brasileiras, partindo-se da análise do custo de oportunidade associado à aquisição destes combustíveis. Para tal, é desenvolvida uma proposta em duas etapas.

Na primeira etapa, realiza-se uma modelagem energética, permitindo a identificação do consumo de EHC e gasolina C pelos veículos *flexfuel* em cada unidade federativa brasileira, a partir de dados de venda, sucateamento, consumo específico e intensidade de uso de veículos leves. Na segunda etapa, faz-se a avaliação do dispêndio em combustível pelos veículos *flex*, segmentada em quatro partes. Na primeira parte, busca-se refinar o cálculo preliminar do custo de oportunidade de EHC e gasolina C nas frotas

---

<sup>4</sup> Energia específica é a quantidade de energia que a bateria/combustível convencional pode armazenar por unidade de volume e massa para uma determinada condição de operação. Taxa de reabastecimento/recarga é o tempo necessário para reabastecimento/recarga completa do veículo (BORBA, 2012).

de veículos *flex* das unidades federativas, regiões e grandes regiões do Brasil, a partir dos resultados da modelagem. Na segunda parte, infere-se o padrão veicular predominante na frota nacional *flexfuel*, ou seja, busca-se estimar qual é o valor médio da razão entre a eficiência do EHC ( $E_c$ ) e a eficiência da gasolina C ( $E_g$ ) no motor dos veículos leves bicom bustíveis. A partir do valor obtido, é possível avaliar a influência do padrão veicular no custo de oportunidade encontrado na primeira etapa, calculado sob a hipótese:  $E_c/E_g = 0,7$ .

Na terceira parte, é realizada a análise de sensibilidade do custo de oportunidade em função do padrão veicular médio apresentado pelas frotas *flex* estaduais. Tais resultados fornecem insumos para a elaboração de estratégias associadas à mitigação do custo incorrido pela sociedade, os quais são apresentados no encerramento desta parte. A quarta parte encerra a avaliação com considerações adicionais relativas à escolha de combustível pelos proprietários de veículos *flex*, aventando causas, baseadas na literatura técnica e científica, que buscam esclarecer as naturezas envolvidas no dispêndio em combustível calculado até então.

## **Estrutura**

Este trabalho está estruturado em uma introdução e cinco capítulos, cujos conteúdos são apresentados resumidamente da seguinte forma:

Na introdução, expõem-se os principais objetivos do trabalho, a relevância do tema para o planejamento energético, e indica-se como a dissertação foi estruturada.

No primeiro capítulo, são apresentados aspectos envolvidos no uso da tecnologia flexível no Brasil, iniciando por uma descrição dos veículos *flexfuel*, bem como o panorama de introdução desta tecnologia veicular no mercado automotivo nacional. Descreve-se o contexto no qual se insere a dinâmica de consumo dos combustíveis líquidos nos veículos *flexfuel* no Brasil, onde são abordados os aspectos técnicos e econômicos que orientam a decisão do consumidor no momento do abastecimento do seu veículo, finalizando pela apresentação do preço relativo de etanol ( $P_e/P_g$ ) e a composição do preço dos combustíveis.

No segundo capítulo, são caracterizados os mercados regionais de combustíveis do ciclo Otto, apresentando-se, inclusive, o seu desenvolvimento entre os anos 2005 e 2012. Adicionalmente, realiza-se um exercício preliminar para estimativa da perda econômica

associada à escolha do etanol ao invés da gasolina e vice-versa, em função do preço relativo vigente entre os combustíveis, no momento do abastecimento.

No terceiro capítulo, apresenta-se a proposta de modelagem energética que subsidia a análise do consumo de combustível da frota *flex* brasileira, ilustrando os principais resultados obtidos e destacando as alternativas utilizadas para a calibragem do modelo. Adicionalmente, realiza-se a uma breve discussão sobre a carência de dados específicos associados ao tema. Busca-se descrever quais foram as adequações metodológicas realizadas, elencando as informações ideais requeridas para a realização da análise face às respectivas soluções alternativas utilizadas para contornar a ausência de dados.

No quarto capítulo, realiza-se a avaliação do dispêndio em combustível a partir dos resultados da modelagem detalhada no capítulo anterior. Dentre os aspectos abrangidos, destacam-se o refinamento dos indicadores de custo de oportunidade apresentados no Capítulo 2; a inferência do padrão veicular vigente nas unidades federativas nacionais; a análise de sensibilidade dos indicadores de custo, em função da eficiência média dos combustíveis na frota de veículos; e algumas considerações adicionais sobre a escolha de combustíveis da parte do consumidor.

Por fim, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões e considerações finais, bem como a relação de obstáculos e dificuldades enfrentadas ao longo do desenvolvimento e aplicação da abordagem. Uma descrição sobre a contribuição desta análise, seguida de propostas de estudos futuros para sua complementação, encerram este trabalho.

# 1. ASPECTOS DA TECNOLOGIA FLEXÍVEL

## 1.1. O veículo *flexfuel*

O veículo *flexfuel* é um automóvel ou veículo comercial leve que opera com qualquer mistura de gasolina ou etanol. O seu princípio de funcionamento baseia-se no ajuste automático do sistema de gerenciamento eletrônico da injeção e da ignição, a partir do reconhecimento do teor de álcool na mistura, por meio de sensores (PIACENTE, 2006). Considerado uma inovação no mercado automotivo nacional (MESQUITA *et al.*, 2012), ocasionou uma transformação na composição da frota de veículos leves no Brasil.

Dentre as motivações relevantes para o seu surgimento, destacam-se questões tecnológicas e tributárias. Do ponto de vista tecnológico, havia a preocupação de fornecer ao consumidor maior flexibilidade em relação ao tipo de combustível, até então limitado ao momento da escolha do veículo e sujeito ao consumo cativo dos motores de combustão movidos a etanol e a gasolina.

A redução da dependência exclusiva de derivados de petróleo era inicialmente uma forte razão para a criação de alternativas ao carro à gasolina (MESQUITA *et al.*, 2012), fato que fundamentou o contexto de criação do carro a álcool, durante a segunda fase do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), e contribuiu para o seu sucesso temporário na década de 80 (FIGUEIREDO, 2006).

Entretanto, ao final dos anos 80 a combinação da queda de preços de petróleo, aumento do preço do açúcar no mercado internacional e redução do incentivo fiscal ao uso do etanol combustível levaram à crise de abastecimento na entressafra de 1989-1990 (NASCIMENTO *et al.*, 2009). Adicionalmente, houve a abertura do mercado nacional<sup>5</sup> para veículos importados (principalmente os movidos a gasolina), realizada no princípio dos anos 90. Consequentemente, a demanda por automóveis a etanol despencou e manteve-se abaixo de 5% a partir de 1995 (ANFAVEA, 2014).

Embora houvesse uma recuperação favorável ao veículo a etanol a partir de 1999, seja pela competitividade de preços em relação à gasolina ou pelo aperfeiçoamento dos

---

<sup>5</sup> A dissertação de mestrado de FIGUEIREDO (2006) intitulada “O carro a álcool: uma experiência de política pública para a inovação no Brasil”, em seu terceiro capítulo “Os motores e as autopeças”, aborda detalhadamente o desenvolvimento da tecnologia do carro a álcool, bem como todos os fatores que contribuíram para o seu declínio. Dentre os fatores abordados, dá-se atenção especial ao efeito das políticas públicas envolvidas na terceira fase de difusão dos motores a etanol (1983-1990) (pp.76-79).

motores a álcool, as vendas não respondiam por falta de confiança dos consumidores (NIGRO & SZWARC, 2009). Essa falta de confiança levou à redução acentuada da importância dos veículos a álcool a partir de 1990 (vide Tabela 1-1) e enfraqueceu a tecnologia alternativa à gasolina. Desta forma, e com a retomada acelerada das vendas de veículos à gasolina, reduziu-se a flexibilidade no consumo de combustíveis líquidos e os consumidores se tornaram novamente os consumidores vulneráveis às oscilações de preços dos derivados de petróleo.

Tabela 1-1: Licenciamentos de veículos leves a etanol e gasolina (1979-2012)

Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Ano	Gasolina	Etanol	Flex
1979	905.706	3.114	-	1996	1.621.968	7.647	-
1980	626.467	240.643	-	1997	1.801.688	1.120	-
1981	344.467	136.242	-	1998	1.388.734	1.224	-
1982	365.434	232.575	-	1999	1.122.229	10.947	-
1983	78.618	579.328	-	2000	1.310.479	10.292	-
1984	33.482	565.536	-	2001	1.412.420	18.335	-
1985	28.655	645.551	-	2002	1.283.963	55.961	-
1986	61.916	697.049	-	2003	1.152.463	36.380	48.178
1987	31.190	458.683	-	2004	1.077.945	50.950	328.379
1988	77.312	566.482	-	2005	697.033	32.357	812.104
1989	260.821	399.529	-	2006	316.561	1.863	1.430.334
1990	542.855	81.996	-	2007	245.660	107	2.003.090
1991	546.258	150.982	-	2008	217.021	84	2.329.247
1992	498.927	195.503	-	2009	221.732	70	2.652.298
1993	764.598	264.235	-	2010	280.724	50	2.876.173
1994	1.127.485	141.834	-	2011	376.804	51	2.848.271
1995	1.557.674	40.706	-	2012	273.922	-	3.162.874

Fonte: ANFAVEA (2014)

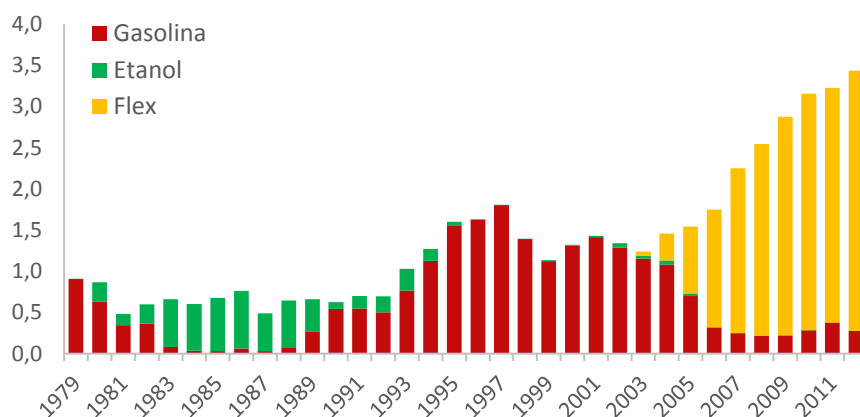


Figura 1-1: Licenciamentos de veículos leves a etanol e gasolina (10<sup>6</sup> unidades)

Fonte: ANFAVEA (2014)

Em relação à questão tributária, o governo federal incentivou os veículos flexíveis beneficiando-os com a mesma alíquota de IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) existente para os veículos movidos a álcool, e inferior ao dos veículos dedicados<sup>6</sup> a gasolina, o que trouxe competitividade ao compensar os investimentos realizados no desenvolvimento tecnológico, possibilitando a implantação da tecnologia no país (NIGRO & SZWARC, 2009).

Ao longo dos anos seguintes ao seu surgimento, observou-se a rápida expansão de automóveis e comerciais leves *flexfuel* no mercado nacional, bem como os reflexos na mudança de comportamento do consumo de etanol e gasolina (NAPPO, 2007). Alguns facilitadores no processo de implantação dessa tecnologia foram a infraestrutura de abastecimento de etanol e gasolina pré-existente no Brasil, e a elevada capacidade de produção de etanol já instalada da indústria (NASCIMENTO *et al.*, 2009), além de uma relação de preços favorável ao consumo de etanol.

De acordo com MME (2013), o número de licenciamentos em dezembro de 2012 foi de 344 mil veículos e, desse total, os veículos *flexfuel* representaram 88,4%. Em 2012, o setor automotivo alcançou 18,54 milhões de veículos *flexfuel* licenciados desde 2003 e a sua participação estimada na frota de veículos leves era de 51% em 2013 (MME, 2013).

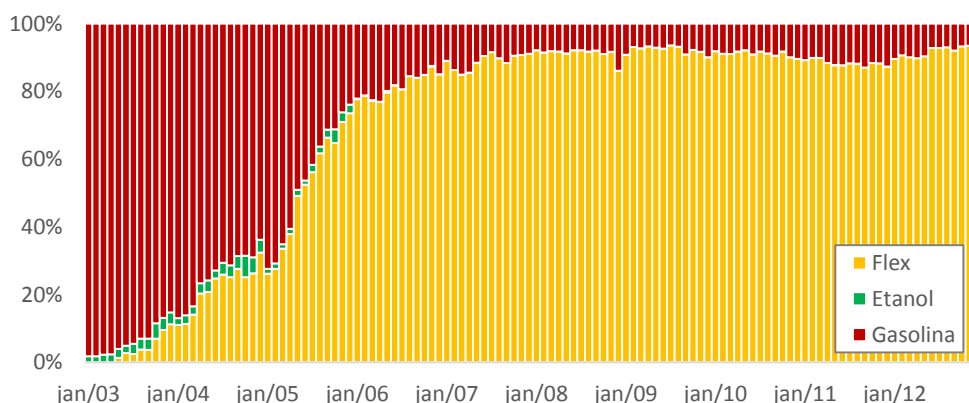


Figura 1-2: Evolução do licenciamento de carros *flexfuel*

Fonte: MME (2013)

No Brasil, os combustíveis representativos da gasolina e do etanol para uso direto são, respectivamente, a gasolina C e o Etanol Hidratado Carburante (EHC). A gasolina C é a mistura da gasolina A, resultante dos processos de refino de petróleo, adicionada de

<sup>6</sup> O “veículo dedicado” a um combustível específico é aquele cujo combustível restringe-se a um tipo único de energético; no contexto dessa dissertação limita-se ao EHC e à gasolina C.

etanol anidro em proporção estabelecida pelo Conselho Interministerial do Álcool (CIMA), entre os limites estabelecidos pela Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011, ou seja, no mínimo 18% e no máximo 25% (BRASIL, 2011).

O Etanol Anidro Combustível (EAC) é o produto final do processo de produção de bioetanol com cana-de-açúcar (Figura 1-3), utilizado basicamente na mistura com a Gasolina A, em fração volumétrica entre 18% e 25% (BRASIL, 2011). O EAC se distingue do EHC devido à etapa de desidratação presente em seu processo produtivo, a qual reduz o seu teor volumétrico máximo de água a 0,4% e eleva o seu teor mínimo de etanol a 98% (ANP, 2011b).

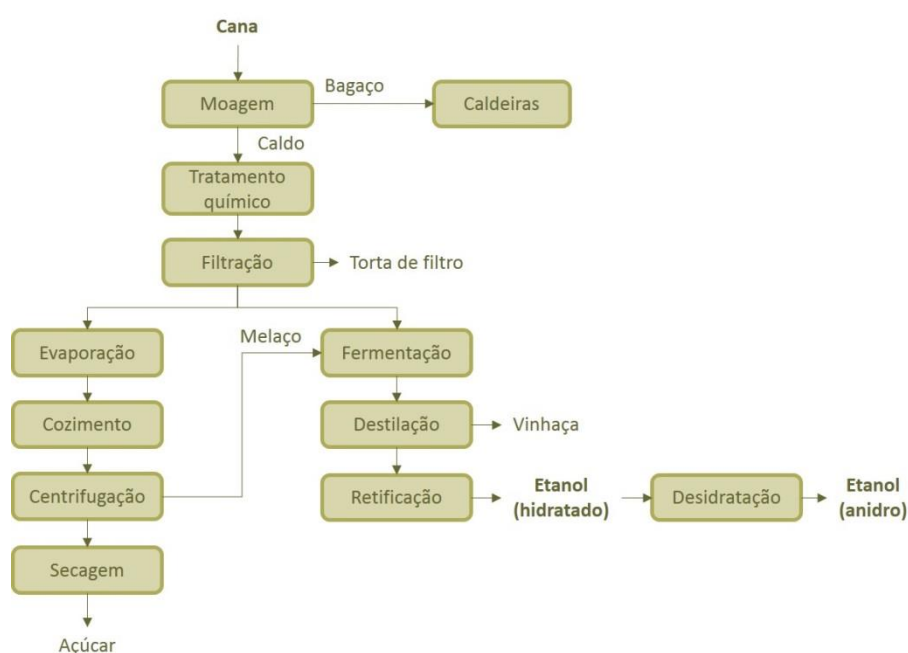


Figura 1-3: Diagrama de fluxo da produção de açúcar e bioetanol de cana.

Fonte: BNDES (2008)

O Etanol Hidratado Carburante (EHC) também é um produto do processo de produção do bioetanol, a partir da cana-de-açúcar, que possui teor volumétrico mínimo de etanol, e máximo de água, iguais a 94,5% e 4,9%, respectivamente (ANP, 2011b). É utilizado diretamente como combustível automotivo (E100) nos motores ciclo Otto dos veículos dedicados a álcool e também misturado com a gasolina C, em qualquer proporção, nos motores ciclo Otto dos veículos *flexfuel*.

A tecnologia *flexfuel* nasceu de pesquisas realizadas nos Estados Unidos, Europa e Japão no final da década de 1980 (PIACENTE, 2006) que serviram como base para o

desenvolvimento do primeiro conceito de um motor *flex* (MESQUITA, 2009). Em 1992, a General Motors introduziu a tecnologia *flexfuel* no mercado norte-americano (PIACENTE, 2006), lançando comercialmente o primeiro veículo flexível nos Estados Unidos, o van Lumina, com sensor capacitivo para medição do teor de álcool no combustível (NIGRO & SZWARC, 2009).

Destaca-se que a frota *flexfuel* norte-americana utiliza como alternativas de combustível a gasolina com oxigenantes alternativos ao etanol (E0) e a mistura de teor máximo de 85% de etanol anidro na gasolina (E85). No início dos anos 90 foram realizados os primeiros estudos no Brasil pela Bosch (SILVA & FISCHETTI, 2008), com lançamento do primeiro protótipo deste tipo de automóvel em 1994, baseado em tecnologia norte-americana (ALVES & BRANDÃO, 2007); ou seja, inadequado ao tipo de etanol disponibilizado nos postos de revenda de combustível brasileiros (EHC ou E100).

Em 1999, a Magneti Marelli<sup>7</sup> anunciou a tecnologia para desenvolver o *software* que identifica a composição da mistura de etanol e gasolina, em quaisquer proporções; faz a adaptação e possibilita o funcionamento normal do veículo (PIACENTE, 2006). No ano seguinte, a mesma empresa apresentou a tecnologia *Sensor Flexfuel Software* (SFS), totalmente desenvolvida no Brasil, que introduziu uma inovação: dispensou o uso do sensor capacitivo adicional requerido pela Bosch para detectar o percentual de etanol na mistura combustível (NIGRO & SZWARC, 2009). O seu funcionamento consistia na utilização de um programa de computador inserido no módulo de injeção eletrônica, o qual utiliza o sensor<sup>8</sup> de controle de emissão de poluentes, já existente nos veículos, para detectar o teor de oxigênio (SILVA & FISCHETTI, 2008; VOLCI, 2007). A simplicidade, aliada ao baixo custo e a confiabilidade, dessa tecnologia tornaram-na a preferência das montadoras de veículos.

---

<sup>7</sup> Segundo MAGNETI MARELLI (2015), o *software* "*Software Flexfuel Sensor*" (SFS) é integrado na unidade eletrônica de controle do motor, o que permite uma gestão específica e otimizada para cada mistura de gasolina e etanol.

<sup>8</sup> Esse sensor, chamado de sonda lambda, tem a função de transmitir à unidade de controle eletrônico do motor as informações referentes à combustão, indicando se a mistura da câmara é rica ou pobre; isto é, se há excesso de combustível ou se há excesso de ar (RODRIGUES, 2012). Com isso, a injeção de combustível é ajustada, pela unidade de comando eletrônico (ECU), de maneira a atender a proporção estequiométrica correta da combustão. Segundo NIGRO & SZWARC (2009), para detectar com precisão o ponto de operação do motor, existem também sensores que medem e informam à ECU tanto a rotação do motor como o fluxo de ar admitido. Como os valores das relações estequiométricas ar/etanol e ar/gasolina são conhecidos e estão armazenados na memória da ECU, pode-se calcular o teor de álcool no combustível líquido sendo injetado.



A pesquisa na Magneti Marelli do Brasil foi realizada pela divisão *Powertrain*, mais especificamente na planta de sistemas de injeção eletrônica, na qual há um centro de P&D (GALINA & DIAS, 2004). O desenvolvimento da tecnologia ocorreu junto à Volkswagen (PIACENTE, 2006) e deu origem ao primeiro modelo *flexfuel* no mercado brasileiro em março de 2003, o Volkswagen Gol Total Flex (MESQUITA *et al*, 2012).

Tabela 1-2: Evolução da tecnologia *flexfuel*

Geração	Lançamento no mercado	Taxa de compressão do motor	Ganho de potência com etanol	Ganho de torque com etanol	Perda de autonomia com etanol (%)	Partida a frio com gasolina
1 <sup>a</sup>	2003	10,1 a 10,8	2,1%	2,1%	25 a 35	sim
2 <sup>a</sup>	2006	10,8 a 13,0	4,4%	3,2%	25 a 35	sim
3 <sup>a</sup>	2008	11,0 a 13,0	5,6%	9,3%	25 a 35	sim
4 <sup>a</sup>	2009	11,0 a 13,0	5,6%	9,3%	25 a 35	não

Fonte: NIGRO & SZWARC (2009)

Ao longo dos anos seguintes, os motores bicom bustíveis sofreram alterações e inovações, no intuito de se adequarem ao uso de combustíveis com diferentes características no mesmo sistema de combustão. NIGRO & SZWARC (2009) relacionam a evolução dos veículos *flexfuel* ao longo das quatro gerações ocorridas desde o seu lançamento em 2003.

A primeira geração de veículos *flexfuel* (2003 a 2005) baseou-se no motor à gasolina original, de forma que a taxa de compressão para a gasolina C foi mantida e o ganho de torque e potência com o etanol limitou-se a cerca de 2% (NIGRO & SZWARC, 2009). Nota-se a maior atenção das montadoras em consolidar o atendimento às funcionalidades do sistema, bem como aos requisitos de emissões, sem focar na questão da eficiência energética no uso dos combustíveis (SMITH, 2010).

A segunda geração (2006 e 2007) foi marcada pela maior atenção, por parte dos fabricantes, em aumentar os ganhos de potência e torque do motor *flex*. O aumento da taxa de compressão, em cerca de 1% (RODRIGUES, 2010), permitiu equilibrar o desenvolvimento do motor para os dois combustíveis e gerar ganhos para o etanol entre 3% e 4% (NIGRO & SZWARC, 2009); para tal, foram realizadas adaptações de equipamentos adequados ao novo modo de operação do motor.

Na terceira geração (2008) de veículos *flexfuel*, as taxas de compressão se aproximaram

bastante das máximas taxas admissíveis para o etanol, elevando seu torque acima de 5%. Entretanto, essa modificação, segundo NIGRO & SZWARC (2009), foi adotada em apenas alguns modelos de montadoras com grande experiência nos motores a álcool.

Na quarta geração (2009), não houve modificações significativas em termos de taxas de compressão, ganhos de torque e potência para o etanol. Entretanto, a indústria de autopeças desenvolveu mais uma inovação incremental a partir do desenvolvimento tecnológico dos sistemistas: o sistema de partida a frio com pré-aquecimento do etanol, o qual dispensa a necessidade do tanque de gasolina auxiliar existente nos veículos das gerações anteriores (SOUZA & MACEDO, 2010).

Embora a indústria automotiva tenha empreendido inovações incrementais visando o desenvolvimento dos motores flexíveis para os dois combustíveis, os veículos *flex* são inerentemente menos eficientes do que os monocombustíveis (FIGUEIREDO, 2006), pois as taxas de compressão apresentam valores intermediários, fora do ponto ótimo de cada combustível (SCHMITT, 2010). De acordo com SMITH (2010), os veículos bicomcombustíveis também não aproveitam integralmente a vantagem do etanol em relação à eficiência superior na combustão, uma vez que a taxa de compressão utilizada é menor do que a taxa de um veículo exclusivo a etanol. Pode-se constatar ainda que um motor ciclo Otto otimizado consumindo gasolina com teores elevados de etanol anidro (cerca de 30% em volume) apresentam maior eficiência do que os motores *flexfuel* operando em proporções variáveis de etanol e de gasolina (SZKLO et al., 2007).

Segundo SCHMITT (2010), nos motores ciclo Otto a potência específica é limitada pela taxa de compressão do motor. Nesse aspecto, a tecnologia de motores com taxa de compressão variável é apontada como possível alternativa para ganhos de autonomia dos veículos *flexfuel*, uma vez que o etanol e a gasolina são combustíveis que operam com taxas de compressão ótimas distintas entre si. No entanto, o motor com a razão volumétrica de compressão variável não é economicamente viável, impossibilitando a sua aplicação para veículos comerciais no Brasil (BAÊTA, 2006).

## **1.2. Considerações envolvidas na escolha do combustível**

Conforme abordado na introdução desta dissertação, o processo de escolha entre os dois combustíveis contemplados pelo veículo bicomcombustível<sup>9</sup> (gasolina C e EHC) baseia-se

---

<sup>9</sup> Os combustíveis contemplados foram a gasolina C e o etanol hidratado carburante (EHC).

em aspectos técnicos do próprio motor *flex*. A gasolina e o etanol hidratado são ambos combustíveis utilizados nos motores à combustão interna do ciclo Otto, porém possuem características distintas que influenciam a sua eficiência. Segundo SMITH (2010), o conceito de eficiência energética veicular pode ser definido como a energia útil produzida pelo veículo para cada unidade de energia fornecida pelo combustível utilizado. Entretanto, há diferentes formas de expressá-la na literatura que aborda o setor de transportes, tais como:

- 1) Economia de combustível (*fuel economy*): refere-se à distância percorrida pelo veículo por unidade de combustível utilizado. O termo é principalmente usado nos Estados Unidos, onde a unidade é milha por galão (mpg). No Brasil, é popularmente conhecido como autonomia de combustível, expresso em quilômetros por litro (km/l) e quanto maior a quilometragem do veículo por litro, maior é a economia de combustível (tradução para o português) ou a autonomia do veículo.
- 2) Consumo de combustível (*fuel consumption*): é o volume de combustível consumido para percorrer determinada distância, geralmente 100 km (l/100 km). Quanto menor a quantidade de combustível (em litros) a cada 100 km, menor é o consumo de combustível e mais eficiente é o veículo.
- 3) Eficiência de consumo (*fuel efficiency*): é a quantidade de energia útil obtida na combustão, essencialmente um parâmetro técnico do veículo. Torna-se uma unidade de medida menos prática, visto que depende de outras características individuais de cada veículo como massa e aerodinâmica, por exemplo.

No intuito de subsidiar as análises de eficiência, o desempenho dos motores a combustão interna é mensurado através de metodologias de testes específicos, normalizados por associações de engenharia como a *Society of Automotive Engineers* (SAE), a *American Societies of Mechanical Engineers* (ASME), a *American Society of Testing Materials* (ASTM) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (RODRIGUES, 2012).

Ao longo deste trabalho, para efeitos de simplificação, os termos “eficiência”, “rendimento”, “economia de combustível” ou “consumo específico” serão considerados análogos e referir-se-ão à economia de combustível (*fuel economy*) ou autonomia veicular, expressa em quilômetros por litro (km/l), como abordada por SMITH (2010).

Outra consideração relevante refere-se à unidade utilizada para a realização da escolha econômica entre os combustíveis. O EHC e a gasolina C apresentam consumos específicos ( $E_i$ ,  $i = e$  para EHC, e  $i = g$  para gasolina C) diferentes no motor *flex*, avaliadas em quilômetros por litro (km/l). Respectivamente, os preços destes combustíveis ( $P_e$  e  $P_g$ ) nos postos de abastecimento são expressos em reais por litro (R\$/l) e intitulados “preço específico” ( $P_i$ ,  $i = e$  para EHC e  $i = g$  para gasolina C). Dessa forma, a escolha econômica do consumidor reside na avaliação da menor razão entre  $P_e/E_e$  e  $P_g/E_g$ , denominada custo específico do combustível ( $C_e$ ), e expressa em reais por quilômetro (R\$/km), conforme a seguinte formulação:

$$\text{Mín } C_e = \text{Mín} \left[ \frac{P_e}{E_e}; \frac{P_g}{E_g} \right] \quad (\text{Eq.1-1})$$

Onde:

$P_e$  é o preço do etanol hidratado carburante (EHC);

$E_e$  é a eficiência ou consumo específico do EHC no motor *flex*;

$P_g$  é o preço da gasolina C;

$E_g$  é a eficiência ou consumo específico da gasolina C no motor *flex*;

$C_e$  é o valor mínimo entre as razões  $P_e/E_e$  e  $P_g/E_g$ .

É importante destacar que o custo específico do combustível é uma forma de avaliação monetária do serviço energético do transporte e não se limita aos veículos *flexfuel*, podendo ser estendida aos veículos dedicados a etanol e à gasolina, precursores da tecnologia *flexfuel*. A notação empregada na Eq.1-1 ( $E_e$  e  $E_g$ ) representa a eficiência dos combustíveis, considerando seu uso restrito no motor *flex*. Entretanto, a generalização do conceito de custo específico pode ser estendida pela notação  $E_e'$  e  $E_g'$ , o que representa a eficiência do EHC e da gasolina C, respectivamente, em motores à combustão interna dedicados a etanol e gasolina.

Dessa forma, a avaliação monetária do serviço energético entre tecnologias distintas monocombustíveis pode ser realizada de forma análoga e expandida a qualquer tipo de combustível, partindo-se do seu consumo e preço específico. Desse modo, a escolha econômica do consumidor para combustíveis em veículos monocombustíveis pode ser analogamente representada como:

$$\text{Mín } C_e = \text{Mín} \left[ \frac{P_e}{E_e'}; \frac{P_g}{E_g'} \right] \quad (\text{Eq.1-2})$$

Onde:

$P_e$  é o preço do etanol hidratado carburante (EHC);

$E_e'$  é a eficiência ou consumo específico do EHC no motor dedicado a etanol;

$P_g$  é o preço da gasolina C;

$E_g'$  é a eficiência ou consumo específico da gasolina C no motor dedicado à gasolina;

$C_e$  é o valor mínimo entre as razões  $P_e/E_e'$  e  $P_g/E_g'$ .

A diferença fundamental na escolha do consumidor, segundo a Eq.1-1 e Eq.1-2, reside no fato de que, à época do consumo cativo<sup>10</sup> de combustível, a análise do custo-benefício entre os combustíveis funcionava como medida de vantagem ou desvantagem do veículo a etanol em relação ao veículo à gasolina, podendo eventualmente ocasionar a reconversão do motor a álcool para gasolina. Atualmente com os veículos bicomcombustíveis, a análise do custo-benefício funciona como medida de economicidade no abastecimento e indica qual combustível proporciona menor custo específico, supondo a utilização de um mesmo veículo (flexível). Em resumo, a Eq.1-1 indica uma avaliação da possível vantagem na troca de combustível, enquanto a Eq.1-2 indica uma avaliação da possível vantagem na troca de ativos (conversão ou troca do motor).

De fato, a questão econômica relativa à eficiência do EHC e da gasolina C e os seus preços de revenda nos postos de abastecimento estiveram presentes anteriormente à entrada desta tecnologia no mercado automotivo nacional. À época da consolidação do carro a álcool no mercado nacional, realizava-se a comparação do custo específico apresentada na Eq.1-2, no intuito de identificar o custo-benefício da nova tecnologia em relação ao tradicional veículo à gasolina. Segundo FIGUEIREDO (2006), ao longo da terceira fase de difusão dos motores a álcool (1983 a 1990), a redução do preço do petróleo no mercado internacional, em especial com o contrachoque do petróleo de 1986, colocava em questão a viabilidade econômica do etanol e a permanência da majoração<sup>11</sup> de preços dos derivados de petróleo no Brasil. À medida que os preços do álcool se elevavam, aumentava-se o custo específico deste combustível e se reduzia a vantagem em relação à gasolina. Adicionalmente, diferentes teores de adição de etanol

---

<sup>10</sup> Consumo cativo de combustível refere-se à utilização de automóvel monocombustível, pois representa para o consumidor a falta de alternativa de abastecimento, a menos que sejam realizadas conversões do motor, ou a troca do veículo.

<sup>11</sup> No final da década de 80, o peso das críticas ao Proálcool aumenta na razão direta da redução dos preços internacionais do petróleo, em face da consequente necessidade de subsidiar ainda mais o preço do álcool no mercado brasileiro, diretamente, ou indiretamente por intermédio da majoração dos preços de derivados de petróleo: diesel e gasolina (FIGUEIREDO, 2006).

anidro à gasolina A geravam combustíveis com eficiências distintas nos motores à combustão, o que alterava o ponto de equilíbrio entre a gasolina C e o EHC.

É importante compreender o significado do termo “ponto de equilíbrio” utilizado, por vezes, ao longo deste trabalho, bem como seus sinônimos como “valor de indiferença” ou “razão de indiferença”. O custo específico ( $C_e$ ) dos combustíveis ( $P_i/E_i$ )<sup>12</sup>, é um indicador composto de dimensões técnica ( $E_i$ ) e econômica ( $P_i$ ). Conforme ilustrado na definição do ponto de equilíbrio entre a gasolina C e o EHC,  $C_e$  é igual para ambos os combustíveis quando a razão entre os consumos específicos é equivalente à razão entre os preços específicos. Particularmente para os veículos *flexfuel*, a notação empregada nesta formulação permite definir formalmente o ponto de equilíbrio ou razão de indiferença do consumidor como:

$$\frac{E_e}{E_g} = \frac{P_e}{P_g} \text{ ou } \frac{E_g}{E_e} = \frac{P_g}{P_e} \quad (\text{Eq.1-3})$$

Ao avaliar o custo específico das alternativas de combustíveis – EHC ou gasolina C –, nota-se que, se  $P_e/E_e = P_g/E_g$ , então não há diferença de custo específico na opção pelo combustível e o consumidor torna-se economicamente indiferente. No caso em que  $P_e/P_g = E_e/E_g$  ou  $P_g/P_e = E_g/E_e$ , a razão entre as eficiências dos combustíveis, seja em um mesmo motor bicomcombustível ou em motores monocombustíveis distintos ( $P_g/P_e = E_g'/E_e'$ ), reflete a razão entre os preços dos combustíveis, o que determina a ocorrência de um ponto de equilíbrio.

FIGUEIREDO (2006) mostra que o ponto de equilíbrio entre EHC e gasolina C era apontado como 74,44% em 1986, ano no qual já se discutia concretamente a possibilidade técnica de reconversão da frota de carros a álcool para gasolina, demonstrando a viabilidade da solução para o caso de vir a acontecer a perda da vantagem de preço do etanol. Entretanto, em 1988, a razão  $P_e/P_g$  chegou ao limite de 69%, um valor emblemático da tendência de recuperação da vantagem original do carro à gasolina. Atualmente, o ponto de equilíbrio, amplamente aceito pelos consumidores, entre os combustíveis do motor *flexfuel* é 70%, o que equivale a  $P_e/P_g = 0,7$ . Embora o contexto de substituição entre EHC e gasolina C tenha evoluído tecnologicamente e se tornado efetivamente mais flexível, a relação técnico-econômica permanece como um

<sup>12</sup> A notação generalizada para os possíveis tipos de combustíveis emprega  $i = e$ , no caso do etanol hidratado carburante (EHC), e  $i = g$ , no caso da gasolina C, conforme identificado no item 1.2.

dos principais direcionadores da decisão do combustível (EPE, 2013).

### 1.3. O preço relativo de etanol

Denota-se “preço relativo de etanol” a razão  $P_e/P_g$ , avaliada segundo os preços dos combustíveis nos postos de abastecimento, onde “etanol” representa o EHC. Trata-se de um indicador dinâmico, visto que oscila de acordo com os fatores de influência na composição do preço dos combustíveis. A razão  $E_e/E_g$ , por outro lado, refere-se ao consumo específico dos combustíveis no motor *flex* que, embora possa ser influenciado pelo padrão de condução<sup>13</sup>, condições de tráfego<sup>14</sup> ou outros fatores, possui natureza *a priori* estática, supondo-se a utilização de um mesmo modelo de veículo.

O preço relativo de etanol torna-se, portanto, um instrumento de medida do consumidor para a avaliação econômica dos combustíveis do ciclo Otto no veículo *flexfuel*; sua origem se dá na formação dos preços dos combustíveis (dimensão microeconômica), e o seu referencial de avaliação é o ponto de equilíbrio, dado pela razão entre os consumos específicos dos combustíveis no motor *flex* (dimensão técnica). A conexão entre as duas dimensões torna os veículos flexíveis um instrumento de regulação de preços de combustível, conforme afirma Fernando Damasceno, Engenheiro-chefe da Magneti Marelli (SALVO & HUSE, 2011). No intuito de compreender precisamente os valores praticados para o ponto de equilíbrio dos combustíveis no veículo *flex*, os tópicos seguintes abordam brevemente as características técnica e econômica supracitadas.

#### 1.3.1. Dimensão técnica

A dimensão técnica do preço relativo do etanol trata especificamente dos valores de  $E_e$  e  $E_g$ , mais precisamente da sua razão ( $E_e/E_g$ ). Ambos os valores de consumo específico do etanol e da gasolina são características diretas das propriedades dos combustíveis e da tecnologia de funcionamento do motor ciclo Otto bicomcombustível.

Os motores à combustão interna geram energia por meio da queima do combustível utilizado, convertendo a sua energia química em calor e este em trabalho mecânico (MALFATTI, 2009), podendo ser classificados como ciclo Diesel e ciclo Otto.

---

<sup>13</sup> Maiores informações relativas à influência do padrão de condução sobre a eficiência veicular, além de recomendações de práticas de condução econômica (*eco-driving*) podem ser encontradas em IEA (2010) e IEA (2012), e sintetizadas por BORBA *et al* (2014).

<sup>14</sup> Maiores informações relativas à influência das condições de tráfego sobre a eficiência veicular podem ser encontradas no item 2.5.1 (Melhorias de Infraestrutura) de BORBA *et al* (2014).

O ciclo Diesel<sup>15</sup> é o ciclo no qual a combustão se dá à pressão constante com a injeção de óleo diesel no momento da máxima compressão do ar (FIGUEIREDO, 2006), ou seja, o combustível no interior do cilindro do motor sofre detonação por compressão.

O ciclo Otto é aquele no qual se baseia a tecnologia *flexfuel* e, portanto, foco principal desta análise. Em geral, motores do ciclo Otto são motores a combustão interna com ignição por centelha (BNDES, 2008). O seu funcionamento está ligado às características físico-químicas e propriedades do combustível, o qual deve ser vaporizado na câmara de combustão, onde a sua mistura em proporção estequiométrica com o ar é comprimida (SOUZA & MACEDO, 2010) e uma centelha, gerada pela parte elétrica do motor, dá início à combustão da mistura ar-combustível. O calor resultante da queima do combustível aumenta a pressão no cilindro, fazendo o pistão se mover para baixo e transmitindo o trabalho mecânico ao sistema de transmissão do veículo (SILVA, 2006).

Os combustíveis líquidos do ciclo Otto devem ser submetidos à alta pressão sem sofrer detonação, característica apresentada pelo etanol e pela gasolina. A eficiência do ciclo depende de parâmetros como a taxa de compressão do combustível no motor, e o índice de octano (octanagem) determina o limite máximo da mistura combustível-ar admitido na câmara de combustão sem que haja ignição espontânea (SZKLO & ULLER, 2008). Segundo VAN WYLEN *et al.* (1995) *apud* Malfatti (2005), o rendimento do ciclo-padrão Otto depende exclusivamente da relação volumétrica de compressão do combustível:

*“O rendimento do ciclo-padrão Otto é função, apenas, da relação volumétrica de compressão e o rendimento aumenta com o aumento desta relação. Igualmente, para um motor real de ignição por centelha, o rendimento térmico aumenta, quando a relação volumétrica de compressão é aumentada. A tendência para a utilização de relações de compressão maiores, induzida pelo esforço de se obter maiores rendimentos térmicos, deve considerar a máxima relação volumétrica de compressão que pode ser utilizada sem a ocorrência de detonação.”*

---

<sup>15</sup> No Brasil, desde 1993, é proibida a venda de veículos leves de passeio do ciclo Diesel (BRASIL, 1993) e, portanto, o uso do óleo diesel restringe-se a utilitários, veículos de carga e caminhonetes, não podendo ser amplamente utilizado no mercado de veículos leves (CAVALCANTI, 2011).



A gasolina, principal combustível para motores de ignição por centelha, é um produto obtido a partir do refino de petróleo, constituído de uma mistura de diferentes espécies de hidrocarbonetos de composição química variável entre 6 e 12 átomos de carbono (MALFATTI, 2009). Embora a gasolina seja uma mistura com mais de 200 diferentes espécies de hidrocarbonetos derivados do petróleo, uma gasolina automotiva típica pode ser aproximadamente representada por um hidrocarboneto único com estrutura molecular  $C_8H_{15}$  e massa molar  $MM_g$  igual a 111 g/mol (BAÊTA, 2006). Em síntese, as características mais importantes da gasolina automotiva são: volatilidade; características de detonação e pré-ignição; calor de combustão por unidade de massa e volume; calor latente de vaporização; estabilidade química e segurança (SZKLO & ULLER, 2008).

O etanol (álcool etílico) para fins automotivos, é uma molécula orgânica oxigenada com teor de 35% de oxigênio em massa, fórmula molecular  $C_2H_5OH$ , com resistência à autoinflamação superior à gasolina e alta volatilidade, devido a sua estrutura molecular curta (SOUZA & MACEDO, 2010). Segundo a quantidade de água contida no álcool, denomina-se anidro ou hidratado.

O álcool etílico anidro combustível (AEAC) apresenta teor alcóólico mínimo de 99,3° INPM<sup>16</sup>, sendo utilizado em mistura com a Gasolina A para a produção da Gasolina C, conforme estabelecido pela Portaria ANP nº 309/01 (MALFATTI, 2009). A adição de AEAC à gasolina tipo A resulta no aumento da octanagem da mistura, habilitando-a ao consumo automotivo (BNDES, 2008) com maiores taxas de compressão e rendimento energético do motor.

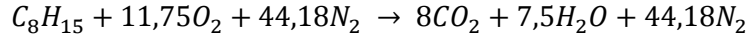
O álcool etílico hidratado combustível (AEHC), tratado neste trabalho como Etanol Hidratado Carburante (EHC), apresenta teor alcoólico entre 92,6 e 94,7 °INPM e fórmula química  $C_2H_5OH \cdot 19H_2O$  (MALFATTI, 2009), devido ao teor máximo de água de 4,9% permitido (ANP, 2011b). Esses e todos os outros parâmetros oficiais de regulação do etanol no país, referentes ao AEAC e AEHC são especificados pela Resolução ANP 7/2011 (ANP, 2011b).

Como tradicionalmente os motores brasileiros do ciclo Otto foram projetados para utilizar gasolina C, foram necessárias algumas alterações para a sua adequação ao uso

---

<sup>16</sup> °INPM, segundo MALFATTI (2009), é a porcentagem de álcool em peso para uma mistura hidroalcoólica à temperatura de 20°C.

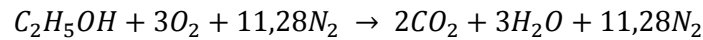
do etanol hidratado, levando em conta as eventuais semelhanças e diferenças entre os combustíveis. Considerando-se de forma simplificada que o ar é composto basicamente de 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio, cada mol de ar possui 1 mol de O<sub>2</sub> e 3,76 mols de N<sub>2</sub>, e uma massa molar MM<sub>ar</sub> igual a 29 g/mol. Conforme BAËTA (2006), a queima da gasolina típica<sup>17</sup> (C<sub>8</sub>H<sub>15</sub>), no motor à combustão, pode ser representada pela seguinte equação química:



Sendo m<sub>ar</sub> e m<sub>gas</sub> as massas do ar e da gasolina e N<sub>ar</sub> e N<sub>gas</sub> o número de mols de ar e da gasolina, a razão mássica ar-combustível estequiométrica (AC) expressa em kg<sub>ar</sub>/kg<sub>c</sub> para a gasolina fica:

$$AC_{gas\ A} = \frac{m_{ar}}{m_{gas\ A}} = \frac{N_{ar} \cdot MM_{ar}}{N_{gas\ A} \cdot MM_{gas\ A}} = \frac{(55,93)(29)}{(1)(11)} \approx 14,6\ kg_{ar}/kg_c$$

A queima do etanol anidro ou hidratado (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), no motor à combustão, com o ar pode ser representada pela seguinte equação química:



Analogamente, sendo m<sub>ar</sub> e m<sub>e</sub> as massas do ar e do etanol e N<sub>ar</sub> e N<sub>e</sub> o número de mols de ar e do etanol, a razão mássica ar-combustível estequiométrica (AC) expressa em kg<sub>ar</sub>/kg<sub>c</sub> para a gasolina fica:

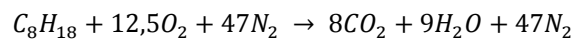
$$AC_e = \frac{m_{ar}}{m_e} = \frac{N_{ar} \cdot MM_{ar}}{N_e \cdot MM_e} = \frac{(14,28)(29)}{(1)(46)} \approx 9,0\ kg_{ar}/kg_c$$

No caso específico da gasolina C, composta de 73% de Gasolina A e 27% de etanol anidro, a razão ar-combustível intermediária é dada por:

$$AC_{gas\ C} = (0,75 \cdot AC_{gas\ A}) + (0,25 \cdot AC_e) = (0,75 \cdot 14,6) + (0,27 \cdot 9,0) \approx 13,4\ kg_{ar}/kg_c$$

---

<sup>17</sup> Alternativamente, conforme mostrado em SZKLO *et al.* (2012), a combustão da gasolina também pode ser definida pela queima do iso-octano (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>), da seguinte maneira:



Nesse caso, a queima completa estequiométrica da gasolina necessita de 15g de ar para a queima de cada 1g de gasolina, o que representa uma razão AC equivalente a 15 kg<sub>ar</sub>/kg<sub>gas</sub>.

BNDES (2008) apresenta alguns parâmetros específicos de gasolina e etanol típicos, que permitem caracterizar potência e consumo desses combustíveis no motor à combustão do ciclo Otto. Entretanto, MALFATTI (2009) e BAÊTA (2006) abordam parte dos parâmetros especificamente para a gasolina C e o etanol hidratado, permitindo compará-los com maior exatidão na Tabela 1-3. Conforme destaca BNDES (2008), tais propriedades não se referem a uma especificação formal abrangente em relação à segurança, desempenho, contaminação ou agressividade química; porém, compreendem informações suficientes para a discussão referente ao consumo específico do EHC e da gasolina C, conforme proposto neste item.

Tabela 1-3: Propriedade da gasolina C e do EHC

Parâmetro	Unidade	Gasolina C	EHC
Poder Calorífico	kJ/kg	43.420	26.820
Densidade	kg/litro	0,726	0,789
Octanagem RON ( <i>Research Octane Number</i> )	-	95,7	115
Octanagem MON ( <i>Motor Octane Number</i> )	-	83,3	95
Relação ar/combustível estequiométrica	-	13,2	9,0
Índice antidetonante (IAD)	-	89,5	105
Calor latente de vaporização	kJ/kg	305	840
Temperatura de ignição*	°C	220	420
Densidade de energia	kJ/litro	31.520	21.160

Fonte: MALFATTI (2009) e BAÊTA (2006)

\*Nota: a temperatura de ignição foi retirada de BNDES (2008) e se refere a uma gasolina e etanol típicos, não necessariamente Gasolina C e Etanol Hidratado, porém, qualitativamente a informação é relevante para a ilustração do intervalo aproximado entre as temperaturas.

Em geral, três características básicas do combustível afetam o uso final de energia no motor ciclo Otto, supondo uma mesma razão de compressão, elas são: poder calorífico, calor latente de vaporização e temperatura de ignição (SZKLO *et al.*, 2012). Considerando-se a razão de compressão variável no motor, caso específico da tecnologia *flexfuel*, a octanagem do combustível também pode influenciar o seu consumo e constituir uma quarta característica de análise dos combustíveis.

O poder calorífico é a quantidade de energia liberada na oxidação completa de determinado combustível, podendo ser caracterizado em superior ou inferior, em função

do estado físico da água (líquido ou vapor) na reação de combustão. O poder calorífico superior (PCS) é dado pela soma da energia liberada na forma de calor e a energia despendida na vaporização da água que se forma na reação; enquanto que o poder calorífico inferior (PCI) é dado apenas pela energia liberada na forma de calor. Somente o PCI é significativo para os combustíveis que geram água como subproduto da combustão (MALFATTI, 2009) e, portanto, é o parâmetro utilizado para identificação da energia liberada pela gasolina e etanol nas reações de combustão.

Ambos PCI e PCS podem variar segundo as quantidades de hidrogênio (H) e de carbono (C) presentes em sua estrutura molecular. Quanto maior a quantidade de hidrogênio, maior é o poder calorífico do combustível, visto que as energias internas específicas<sup>18</sup> de ambas as substâncias puras são, respectivamente, 120,16 kJ/kg e 34,08 kJ/kg. Este fato torna o poder calorífico inferior (PCI) da gasolina ( $C_8H_{15}$ ), igual a 43.500 kJ/kg, superior ao do etanol ( $C_2H_5OH$ ) de 28.255 kJ/kg. Adicionalmente, SZKLO *et al.* (2012) afirma que os compostos oxigenados adicionados à gasolina reduzem percentualmente o poder calorífico da mistura final aproximadamente à mesma proporção<sup>19</sup> do percentual de massa de oxigênio adicionado.

A potência de saída de um motor à combustão do ciclo Otto depende do poder calorífico da mistura ar-combustível com estequiometria adequada à oxidação completa dos combustíveis (MALFATTI, 2009). Além do PCI do EHC ser inferior ao da gasolina C, cabe destacar que sua razão ar-combustível também é inferior, devido à presença de oxigênio na molécula (BAÊTA, 2006), de forma que o seu menor valor significa que cada mol de ar requer uma quantidade estequiométrica de etanol bastante superior àquela de gasolina. Ambos os parâmetros desfavorecem o etanol em relação à gasolina, em termos de consumo em um motor de potência equivalente (RODRIGUES, 2012), representando cerca de 1,5 vez maior consumo de etanol para gerar a mesma potência de um motor a gasolina (BAÊTA, 2006).

Calor latente de vaporização é a quantidade de calor que deve ser fornecida ao líquido para vaporizá-lo, a uma dada temperatura (SZKLO *et al.*, 2012). O etanol necessita de

---

<sup>18</sup> Uma propriedade específica de uma substância é obtida dividindo-se uma propriedade extensiva pela massa da respectiva substância contida no sistema, a energia interna específica corresponde, portanto, à energia interna da substância dividida pela sua massa molecular, ou seja,  $u = U/M$ ; onde U representa a energia interna da substância e M a sua massa.

<sup>19</sup> O mesmo autor exemplifica que uma gasolina com componentes oxigenados com 2,7% em massa de oxigênio tem um poder calorífico cerca de 2,7% menor do que a gasolina convencional.

mais energia por massa (kJ/kg) do que a gasolina para se vaporizar, o que acarreta um consumo de combustível superior quando comparado à gasolina. A gasolina C com 27% de etanol anidro possui calor latente de vaporização maior do que a gasolina A (produto da refinaria), que não possui etanol. De forma análoga, a mistura de etanol hidratado e gasolina C no motor *flex* necessita de calor adicional para vaporizar o combustível final, o que justifica a dificuldade de partida a frio e a existência do sistema de partida a frio com pré-aquecimento do etanol com tanque de gasolina auxiliar até a terceira geração de veículos *flexfuel* (SMITH, 2010).

A temperatura de ignição ou ponto de ignição é a temperatura a que se deve aquecer uma substância para ocorrer a sua combustão (SZKLO *et al.*, 2012), um parâmetro influenciável pelas condições atmosféricas (temperatura e pressão). Embora os valores apresentados na Tabela 1-3 refiram-se à gasolina e etanol típicos (ou genéricos, sem especificação formal), nota-se a diferença entre os valores da gasolina (220 °C) e do etanol (420 °C), identificando-se a necessidade de maior energia para a ignição do EHC.

A octanagem ou teor de octana define a qualidade antidetonante de um combustível, ou a sua capacidade de resistir à detonação (MALFATTI, 2009). Em termos práticos, é a propriedade do combustível que indica a qual limite máximo a mistura vapor de ar-combustível pode ser comprimida dentro da câmara de combustão, sem que haja detonação espontânea, ou seja, sem que a mistura entre em combustão antes da centelha da vela de ignição (SZKLO *et al.*, 2012).

Segundo MALFATTI (2009), existem dois métodos de medição da octanagem, o Método de Pesquisa (RON) e o Método de Motor (MON), segundo o procedimento empregado no ensaio do combustível em um motor padrão<sup>20</sup>.

- 1) Método de Motor ou MON (*Motor Octane Number*): avalia a resistência à detonação do combustível na situação em que o motor está em plena carga, alta temperatura e alta rotação.
- 2) Método de Pesquisa ou RON (*Research Octane Number*): avalia a resistência à detonação do combustível na situação em que o motor está carregado e em baixa rotação.

---

<sup>20</sup> Para determinação do RON e MON são usados os métodos ASTM D-2699 e ASTM D2700, respectivamente, onde ASTM representa a sigla da *American Society for Testing and Materials*.

Em relação à gasolina, as especificações em diferentes países utilizam um dos dois métodos ou a média entre eles, índice denominado IAD (Índice Antidetonante), ou AKI<sup>21</sup>, em inglês (SZKLO *et al.*, 2012). No Brasil, o IAD é o índice comercialmente utilizado nos postos de revenda de combustíveis e o valor de especificação para a Gasolina C comum tem IAD mínimo de 87 octanas.

O etanol anidro possui octanagem maior do que a gasolina A, de forma que a sua mistura à gasolina gera um combustível (gasolina C) mais adequado ao ciclo Otto, ou seja, o etanol constitui reconhecido aditivo antidetonante (BNDES, 2008). A adição de etanol anidro em volume de até 10% na gasolina não varia o consumo de combustível em relação à gasolina sem etanol, porém, teores maiores, como 25%, apresentam aumento de consumo entre 3 a 5%, apontando que, embora energeticamente o etanol apresente menor poder calorífico, seu uso na gasolina aumenta a eficiência do motor Otto (BNDES, 2008).

Depreende-se da Tabela 1-3 que o poder calorífico e as octanagens MON e RON, incluindo o Índice antidetonante (IAD), identificam que o EHC possui menor densidade de energia (unidade de energia por volume em kJ/litro) em relação à gasolina C, e maior resistência a autoinflamação. De fato, o EHC no Brasil (E100) possui aproximadamente 34% menos energia por unidade de volume do que a gasolina. Entretanto, o custo-benefício do etanol não é baseado exclusivamente em seu conteúdo energético molecular.

Os motores à combustão interna se beneficiam da octanagem superior do EHC, em relação à gasolina C, com a adoção de taxas de compressão mais elevadas (BNDES, 2008), o que proporciona um incremento de eficiência superior àquela baseada exclusivamente na diferença de conteúdo energético entre os combustíveis e gera ganhos de eficiência de cerca de 10%. Em outras palavras, a maior octanagem do etanol permite que os motores obtenham mais energia útil do calor do combustível, comparativamente à gasolina (BNDES, 2008).

Em geral, a eficiência do EHC brasileiro, em km/l, é considerada 30% inferior àquela da gasolina C, ou seja,  $E_c/E_g \cong 0,7$ . Dessa forma, conforme explicitado anteriormente, a relação de preços entre o EHC e a gasolina C, que torna o consumidor indiferente à

---

<sup>21</sup> *Antiknock Index* ou índice antidetonante.

escolha dos combustíveis por razões econômicas, deve compensar a eficiência reduzida do biocombustível, sendo a relação  $P_e/P_g = 0,7$  amplamente aceita pelos consumidores brasileiros como razão de preços de indiferença (EPE, 2013) e contemplada na literatura científica em SALVO & HUSE (2011; 2013), PACINI & SILVEIRA (2011), SANTOS (2013), DU & CARRIQUIRY (2013), dentre outros.

### 1.3.2. Dimensão econômica

A dimensão econômica do preço relativo do etanol trata especificamente da formação dos valores de  $P_e$  e  $P_g$ , e consequentemente da sua razão ( $P_e/P_g$ ). Basicamente, os preços de revenda de combustíveis ao consumidor, nos postos de abastecimento, são formados pelos preços pagos aos produtores acrescidos de fretes (distribuição e revenda), tributos e margens (ANP, 2012b). A Figura 1-4, referente à logística da gasolina e do etanol no Brasil, identifica as principais etapas da cadeia de suprimento desses combustíveis: produção, distribuição e mistura, e revenda.

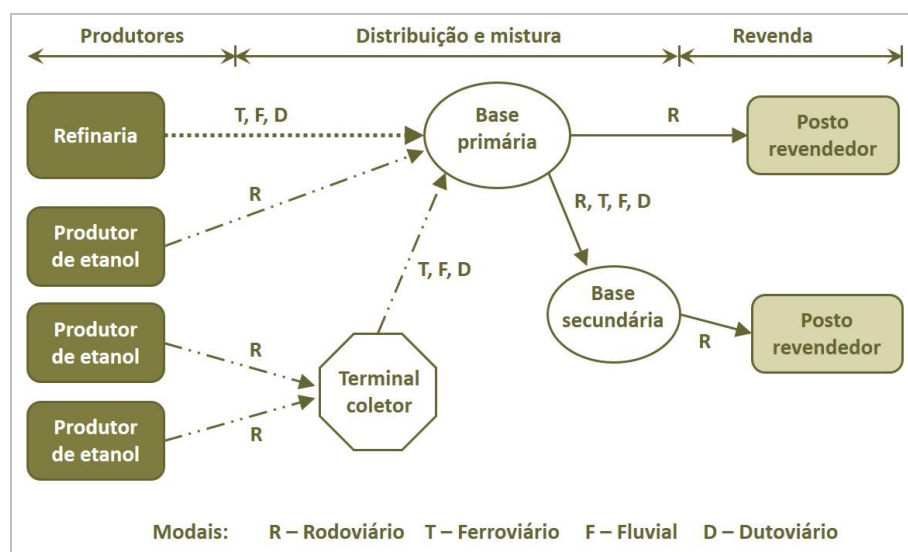


Figura 1-4: Logística da gasolina e do etanol no Brasil

Fonte: BNDES (2008)

RODRIGUES (2012) propôs uma representação para a formação dos preços ao longo dos elos da cadeia de suprimento, exemplificando o caso particular do estado de São Paulo. Na Figura 1-5 são identificadas as etapas da cadeia de produção do etanol, com destaque para a composição do preço do biocombustível. Nota-se que os fatores envolvidos na composição do preço se resumem nas seguintes categorias: custos de produção, margens dos agentes da cadeia (produtores, distribuidores e revendedores), fretes e tributos, conforme ANP (2012b).

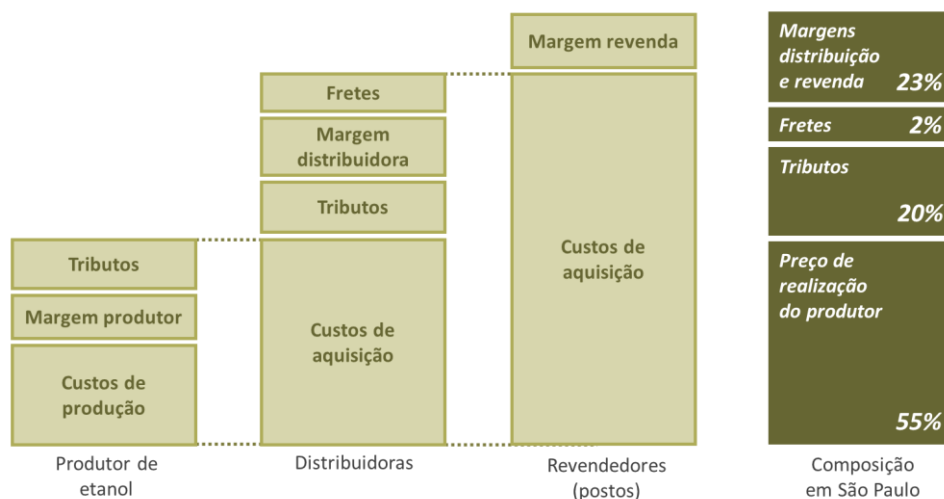


Figura 1-5: Composição de preços de EHC e percentual de formação em São Paulo  
Fonte: RODRIGUES (2012)

Analogamente, CAVALCANTI (2011) propôs um esquema geral de precificação dos derivados de petróleo aplicável à gasolina A (à montante dos distribuidores da cadeia) e à gasolina C (à jusante dos distribuidores na cadeia).

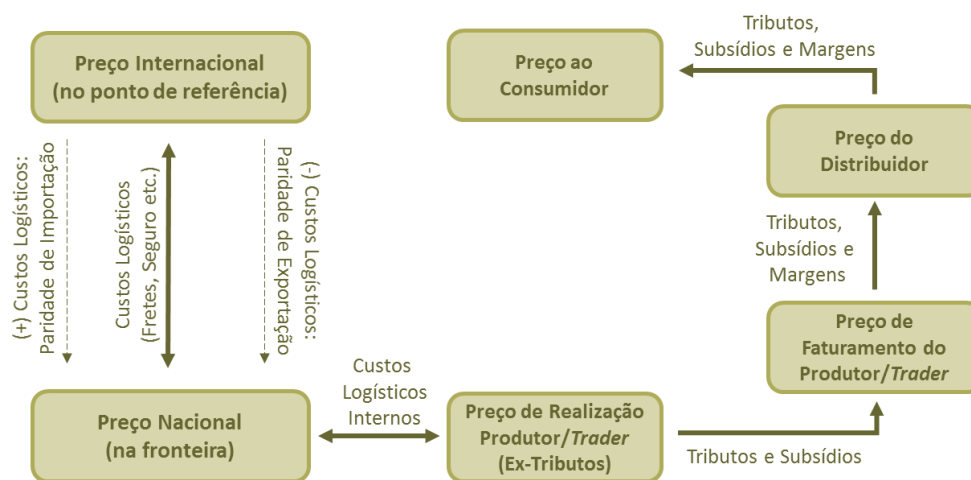


Figura 1-6: Esquema geral de precificação dos derivados de petróleo  
Fonte: CAVALCANTI (2011)

No intuito de compreender o fluxo dos combustíveis e a composição dos seus preços em cada uma das etapas faz-se uma breve descrição envolvendo as informações apresentadas na Figura 1-4 e na Figura 1-5, complementadas pelos Quadros 2-1 e 2-2.

A primeira etapa (produção), constituída pelos produtores de combustível, compreende os produtores da gasolina A (refinarias) e os produtores de etanol anidro e hidratado (usinas de produção de álcool). Os principais componentes do preço dos combustíveis



referem-se ao custo de produção, margem do produtor e aos tributos aplicados nesta etapa, uma vez que os custos referentes ao transporte do combustível entre o produtor e as bases de distribuição incorrem sobre as distribuidoras.

O sistema de distribuição de combustíveis é composto pelas bases primária e secundária. As bases de distribuição primárias caracterizam-se por receber produtos diretamente do produtor (BRASIL, 1997) ou dos terminais coletores, no caso do álcool, e localizam-se próximas dessas instalações. As suas principais atribuições são a mescla do etanol anidro com a gasolina e a responsabilidade pelas especificações de qualidade do combustível (BNDES, 2008). As bases de distribuição secundárias caracterizam-se por receber produtos da base primária<sup>22</sup> ou secundária, e têm como finalidade estocar e distribuir os combustíveis para distribuidoras e consumidores (MALIGO, 2005), no intuito de atender mercados distantes dos pontos de oferta (SOARES *et al.*, 2003).

A gasolina A é transportada da refinaria para a base primária de distribuição pelos modais ferroviário, hidroviário (fluvial) ou dutoviário, de acordo com a disponibilidade e custo de frete do modal. Em relação ao etanol, tanto o anidro quanto o hidratado podem ser transportados de duas maneiras. A primeira envolve uma configuração logística que movimenta cerca de 70% do volume de bioetanol comercializado no Brasil, inclusive bioetanol hidratado, desde o produtor até as bases primárias e daí aos postos revendedores utilizando somente o modal rodoviário, por meio de caminhões-tanque (BNDES, 2008). Alternativamente, na segunda maneira, o etanol<sup>23</sup> pode ser conduzido por modal rodoviário desde as usinas até um dos nove<sup>24</sup> principais terminais coletores nas principais regiões produtoras nos estados de São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Goiás (GO), Paraná (PR) e Sergipe (SE) (ANP, 2013e) e, em seguida, ser despachado pelos modais ferroviário, fluvial ou dutoviário para as bases primárias de distribuição, onde se realiza a mistura com a gasolina A (BNDES, 2008).

---

<sup>22</sup> A recepção de produtos de uma base primária ou secundária pode se dar por todos os tipos de modais, de acordo com a conveniência logística e econômica do fluxo de transferência entre as bases distribuidoras.

<sup>23</sup> Nem todo o etanol anidro é comercializado através dos terminais de coleta, já que uma parte da produção segue por rotas mais diretas, sobretudo nas regiões mais distantes ou em mercados de menor expressividade, embora sempre necessariamente passe pelas bases primárias para a mistura com gasolina, uma exclusividade legal das distribuidoras de combustível (BNDES, 2010).

<sup>24</sup> Segundo ANP (2013e), os nove terminais de armazenamento de etanol são da Petróleo Brasileiro SA (Petrobras) e ficam localizados nas cidades de Aracaju (SE), Araraquara (SP), Bauru (SP), Brasília (DF), Campos (RJ), Londrina (PR), Ourinhos (SP), Santa Adélia (SP) e Sertãozinho (SP).

Os componentes do preço do combustível até a etapa de distribuição são os fretes, a margem da distribuidora, os tributos e os custos de aquisição (custo, margem e tributos incidentes sobre o produtor). No que se refere ao frete, é importante destacar que os distribuidores arcam com os custos de transporte de ambos os trechos realizados entre o produtor e as bases distribuidoras (frete de coleta) e destas até os postos revendedores.

A gasolina C e o etanol hidratado, produtos finais da base de distribuição primária, são distribuídos para as bases secundárias, por meio de diferentes modais, de acordo com a conveniência, ou diretamente para os 35,5 mil postos revendedores presentes no país, utilizando principalmente o modal rodoviário (BNDES, 2008). Os custos totais incorridos ao final desta etapa refletem exatamente o preço dos combustíveis ao consumidor final nos postos de abastecimento. Nota-se na Figura 1-5, embora esta trate especificamente do etanol hidratado, que os custos incorridos nos produtores e distribuidores são repassados integralmente ao longo da cadeia, adicionando-se a margem de revenda para a formação do preço final dos combustíveis.

Embora a estrutura de produção dos derivados de petróleo e dos biocombustíveis apresente aspectos tecnológicos distintos, a composição do preço de ambos os combustíveis se dá ao longo das etapas de suas cadeias logísticas, as quais apresentam aspectos semelhantes.

Segundo PETROBRAS (2014), o preço da gasolina C na bomba de combustível é composto por 18% de margens de distribuição e revenda, 11% referente ao custo do etanol anidro, 28% de ICMS, 7% de PIS/PASEP e COFINS e 36% de realização da Petrobras.

Já o Etanol Hidratado Carburante (EHC), possui uma composição de preço aproximada daquela apresentada na Figura 1-5, ou seja, 23% de margens de distribuição e revenda, 2% de fretes, 20% de tributos e 55% referente ao preço de realização do produtor (RODRIGUES, 2012), havendo variações significativas entre as unidades federativas devido a dois fatores de grande relevância: tributos e custos de frete.

Os Quadros 2-1 e 2-2 especificam, em cada etapa da cadeia logística, a estrutura de formação de preços dos combustíveis, e o item 1.4, a seguir, contextualiza cada um de seus constituintes.

Quadro 1-1: Estrutura de formação de preços do etanol hidratado

**Composição do preço do etanol hidratado no produtor**

- A. Preço de realização (1)
- B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico = Cide (3)
- C. PIS/Pasep e Cofins (4)
- D. Preço de faturamento sem ICMS ( $D = A + B + C$ )
- E. ICMS produtor  $E = [(D / (1 - \text{ICMS}\%)) - D]$  (5)
- F. Preço de faturamento do produtor com ICMS ( $F = D + E$ )

**Composição do preço a partir da distribuidora**

- G. Frete até a base de distribuição (2)
- H. Custo de aquisição da distribuidora ( $H = F + G$ )
- I. Frete da base de distribuição até o posto revendedor
- J. Margem da distribuidora
- K. PIS/Pasep e Cofins (4)
- L. Preço da distribuidora sem ICMS ( $L = H + I + J + K - E$ )
- M. ICMS da distribuidora  $M = [(L / (1 - \text{ICMS}\%)) - L - E]$  (5)
- N. Preço da distribuidora com ICMS e sem Substituição Tributária da revenda ( $N = M + L + E$ )
- O. (i) ICMS da Substituição Tributária da revenda (com PMPF);  $O = (\text{PMPF} \times \text{ICMS}\%) - E - M$  (6)  
ou  
(ii) ICMS da Substituição Tributária da revenda (na ausência do PMPF);  $O = \% \text{ MVA} \times (E + M)$  (7)
- P. Preço de faturamento da distribuidora  $P = N + O$  (i) ou  $P = N + O$  (ii)

**Composição do preço final de venda do etanol hidratado no posto revendedor**

- Q. Preço de aquisição da distribuidora ( $Q = P$ )
- R. Margem da revenda
- S. Preço bomba do etanol hidratado combustível ( $S = Q + R$ )

**Observações:**

- (1) Preço FOB (sem fretes e sem tributos). Já inclui a margem do agente econômico.
- (2) Frete até a base de distribuição (quando cobrados separadamente)
- (3) Lei nº 10.336, de 12/12/01 e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.060, de 30/04/04 e suas alterações
- (4) Lei nº 11.727, de 23/06/08 e suas alterações combinada com o Decreto nº 6.573, de 19/09/08 e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)
- (5) Alíquotas estabelecidas pelos governos estaduais (com reduções das bases de cálculo, se houver) e acrescidas do "Fundo de Pobreza" (se houver).

*Algumas legislações estaduais diferem o ICMS para a distribuidora ou antecipam para o produtor*

- (6) Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF
- (7) Margem de Valor Agregado (MVA) estabelecido por Ato Cotepe/MVA (apenas na ausência do PMPF)

Fonte: ANP (2012b)

Quadro 1-2: Estrutura de formação de preços da gasolina C

**Composição do preço da gasolina "A" (pura, sem a mistura de etanol anidro combustível - EAC) no produtor ou importador**

- A. Preço de realização (1)
- B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - Cide (2)
- C. PIS/Pasep e Cofins (3)
- D. Preço de faturamento sem ICMS ( $D = A + B + C$ )
- E. ICMS produtor  $E = [(D / (1 - ICMS\%)) - D$  (6)
- F. Preço de faturamento com ICMS (sem o ICMS da Substituição Tributária) ( $F = D + E$ )
- G. (i) ICMS da Substituição Tributária (com PMPF)  $G = (PMPF \times ICMS\% / (1 - MIX (9))) - E$  (7)  
ou  
(ii) ICMS da Substituição Tributária (na ausência do PMPF)  $G = F \times \% MVA \times ICMS\%$  (8)
- H. Preço de faturamento do produtor sem frete (ex-refinaria) com ICMS  $H = F + G$  (i) ou  $+ G$  (ii)

**Composição do preço do etanol anidro combustível (EAC) a ser misturado à gasolina "A"**

- I. Preço do etanol anidro combustível (1)
- J. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - Cide (2)
- K. PIS/Pasep e Cofins (4)
- L. Preço de faturamento do produtor sem frete e sem ICMS (O ICMS incidente sobre o etanol anidro foi cobrado na etapa de produção da gasolina A na proporção da mistura para formação da gasolina C, conforme item G acima)

$$L = I + J + K + L (5)$$

**Composição do preço da gasolina "C" (mistura de gasolina "A" e etanol anidro combustível) a partir da distribuidora**

- M. Frete da gasolina "A" até a base de distribuição
- N. Frete do EAC até a base de distribuição (frete de coleta)
- O. Custo de aquisição da distribuidora  $O = M + N + (H \times (1 - MIX (9))) + (L \times MIX (9))$
- P. Margem da distribuidora
- Q. Frete da base de distribuição até o posto revendedor
- R. Preço de faturamento da distribuidora ( $R = O + P + Q$ )

**Composição do preço final de venda da gasolina "C" no posto revendedor**

- S. Custo de aquisição do posto revendedor ( $S = R$ )
- T. Margem da revenda
- U. Preço bomba de gasolina "C" ( $U = S + T$ )

**Observações:**

- (1) Preço FOB (sem fretes e sem tributos). Já inclui a margem do agente econômico.
- (2) Lei nº 10.336, de 12/12/01, e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.060, de 30/04/04, e suas alterações
- (3) Lei nº 10.865, de 30/04/04, e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.059, de 30/04/04, e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)
- (4) Lei nº 11.727, de 23/06/08, e suas alterações, combinada com o Decreto nº 6.573, de 19/09/08, e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)
- (5) Em geral, diz-se que há diferimento tributário, quando o recolhimento de determinado tributo é transferido para uma etapa posterior da cadeia. No caso do etanol anidro combustível, o produtor ou importador de gasolina "A" recolhe o tributo incidente sobre a etapa de produção de anidro (usina), nos casos em que este seja utilizado para composição da gasolina "C".
- (6) Alíquotas estabelecidas pelos governos estaduais (com reduções das bases de cálculo, se houver) e acrescidas do "Fundo de Pobreza" (se houver).
- (7) Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF
- (8) Margem de Valor Agregado (MVA) estabelecido por Ato Cotepe/MVA (apenas na ausência do PMPF)
- (9) MIX: Lei nº 8.723, de 28/10/93, e suas alterações, combinada com a Resolução Cima que define o percentual (%) de mistura obrigatória de etanol anidro combustível na gasolina

Fonte: ANP (2012b)

#### 1.4. A composição dos preços dos combustíveis

Após a crise de abastecimento de etanol combustível, no final da década de 1980 e no início da década de 1990, o Estado promoveu a desregulamentação do setor sucroalcooleiro, encerrando subsídios e facilidades de crédito (NEVES *et al.*, 2011). Mesmo após sucessivos adiamentos, o processo de desregulamentação culminou com a liberação total de todos os preços em 1º de fevereiro de 1999. De acordo com MACÊDO (2011), a justificativa para tais adiamentos foi a necessidade de adaptação do mercado, aliada à tensão entre o Governo e os empresários, sobretudo da região Nordeste (NE), pois seriam os mais afetados negativamente pelo fim da intervenção governamental<sup>25</sup>.

Os derivados básicos de petróleo tinham um cronograma estabelecido para o reajuste dos preços, através de ato conjunto do Ministério da Fazenda (MF) e do Ministério de Minas e Energia (MME), de acordo com a Lei nº 9.478 de 1997, conhecida como Lei do Petróleo. Em 2002, entraram em vigor medidas de desregulamentação do setor de combustíveis que visavam eliminar o controle de preços de faturamento, bem como de subsídios, e os derivados de petróleo passaram a ter seus preços determinados “livremente” nas etapas intermediárias entre as distribuidoras e o consumidor final (CUNHA, 2015).

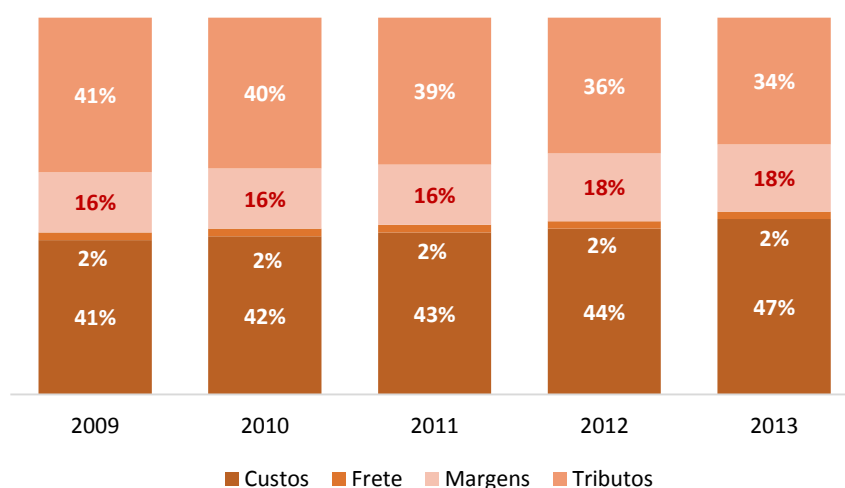


Figura 1-7: Evolução da composição do preço da gasolina C

Fonte: FECOMBUSTIVEIS (2010, 2011, 2012, 2013 e 2014)

<sup>25</sup> A região Nordeste apresenta até o momento atual uma indústria sucroalcooleira com desenvolvimento inferior à região Centro-Sul, em termos de tecnologia e gestão de produção, marcada pelo uso de mão-de-obra intensiva (COMPEAN & POLENSKE, 2011; FREITAS & KANEKO, 2011).

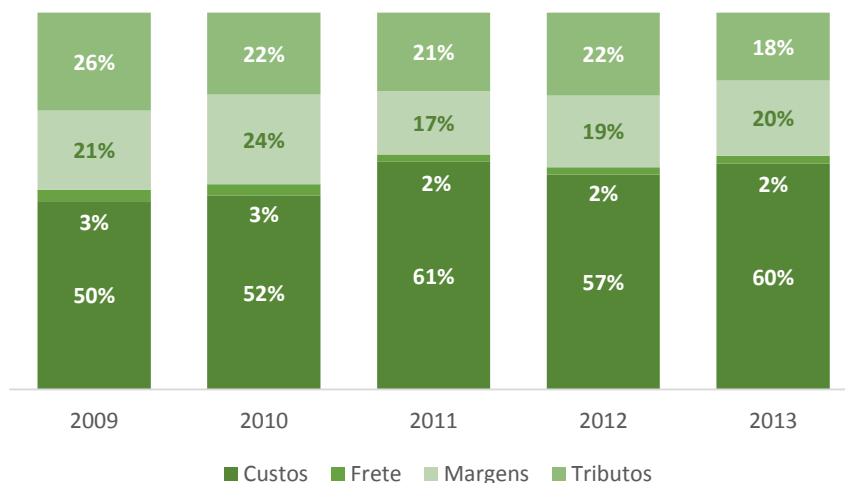


Figura 1-8: Evolução da composição do preço do EHC  
 Fonte: FECOMBUSTIVEIS (2010, 2011, 2012, 2013 e 2014)

A partir desse novo contexto de liberalização, os preços do EHC e da gasolina C passaram a incorporar e refletir a dinâmica dos principais fatores presentes em suas estruturas de formação de preço, conforme identificados no item 1.3.2: custos, margens, fretes e tributos. Em seguida, discute-se brevemente tais fatores, no intuito de posteriormente contextualizar a influência de cada um deles na evolução do preço relativo de etanol, conforme será discutido no item 2.1.

#### 1.4.1. Custos de produção

A Figura 1-7 e a Figura 1-8 mostram que ambos os custos de produção de gasolina C e etanol hidratado elevaram sua participação na composição de preços de combustíveis no período 2009-2013 em detrimento, sobretudo, dos tributos. No caso do biocombustível, fatores climáticos e produtores descapitalizados pelos efeitos da crise de 2008, impossibilitados de investir em novas unidades e na renovação do canavial, ocasionaram o aumento dos custos de produção do etanol e a redução da capacidade de atendimento à demanda pelo biocombustível<sup>26</sup> (FECOMBUSTIVEIS, 2011).

O custo do etanol hidratado corresponde ao preço de realização ao produtor, que não inclui os tributos incidentes desta etapa<sup>27</sup> – CIDE, PIS, COFINS e ICMS. Em geral, o

<sup>26</sup> Nota-se que a demanda crescente por combustíveis líquidos, principalmente do ciclo Otto, é fruto do aumento da venda de veículos leves no período, com destaque para os veículos flexíveis liderando a maioria dos licenciamentos (ANFAVEA, 2014), impactando tanto o consumo de etanol hidratado quanto de etanol anidro, contido na gasolina C, ocasionando o aumento da pressão sobre a demanda por bioetanol no país.

<sup>27</sup> Vide Quadro 1-1

seu baixo custo de produção no Brasil é um fato bem conhecido (BNDES, 2008), sobretudo pela maior produtividade da produção de bioetanol a partir da cana-de-açúcar em relação a outros tipos de culturas como trigo, milho e beterraba, por exemplo. Todavia, conforme identificado na Figura 1-8, o custo médio de produção de etanol hidratado representou 56% do preço final do combustível, com amplitude de 50% a 61% entre os anos 2009 e 2013, o que representa grande influência do custo na formação do preço de revenda.

É importante destacar que no Brasil há uma disparidade entre as indústrias sucroalcooleiras das regiões Norte-Nordeste (NN) e Centro-Sul (CS), em termos de métodos de colheita e tecnologia de produção. COMPEÁN & POLENSKE (2011), abordaram alguns indicadores selecionados, levando em conta as diferenças entre os produtores dessas regiões, identificando que o custo de produção do etanol foi cerca de 36% maior na porção Norte do que na porção Sul do Brasil em 2006, conforme identificado na Tabela 1-4.

Tabela 1-4: Indicadores selecionados da indústria de etanol em 2006

	Norte-Nordeste	Centro-Sul
Área de colheita de cana-de-açúcar ( $10^3$ km <sup>2</sup> )	11,4	50,0
Produção de cana-de-açúcar ( $10^6$ toneladas)	64,5	392,8
Produção de etanol ( $10^6$ m <sup>3</sup> )	1,7	16,2
Produtividade da cana-de-açúcar (toneladas/km <sup>2</sup> )	5647,7	7851,2
<b>Custos de produção de etanol (R\$/L em Dez-2015)</b>	<b>1,5</b>	<b>1,1</b>
Salário médio mensal (R\$ de Dez-2005)	599,1	985,7
Número de empregos ( $10^3$ )	20,0	60,3
Produtividade (m <sup>3</sup> de etanol por trabalhador)	87,4	268,1
Empregados por R\$ 1000 de faturamento	9,6	6,4

Fonte: COMPEÁN & POLENSKE (2011)

Embora a diferença entre as indústrias regionais seja significativa, a estrutura típica de custos produtivos de etanol pode ser ilustrada pelo setor sucroalcooleiro do Centro-Sul, conforme abordado por BNDES (2008). A Figura 1-9 (a) apresenta a estrutura de custos agrícolas relativa à produção da matéria-prima, enquanto a Figura 1-9 (b) apresenta a estrutura de custos industriais de produção de etanol em uma planta dedicada a esse fim.

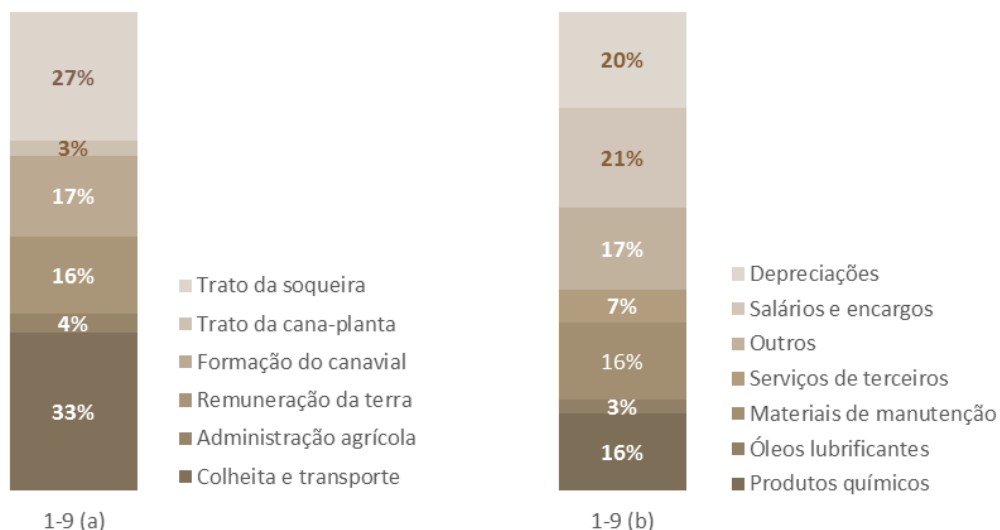


Figura 1-9: Custo de produção agrícola (a) e O&M de uma destilaria (b)

Fonte: BNDES (2008)

Nota: a Figura 1-9(a) representa os custos de produção da cana-de-açúcar no Centro-Sul em 2005, enquanto que a Figura 1-9(b) representa a estrutura de custos de operação e manutenção (O&M) de uma destilaria autônoma para produção de bioetanol de cana-de-açúcar no Centro-Sul no mesmo ano.

Segundo o prognóstico da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014b), os fatores endógenos e exógenos que afetam diretamente a produtividade da cana e o custo da produção de etanol e assim sua competitividade são:

- Aumento da produtividade da cana, derivada de investimentos em expansão e renovação do canavial;
- Diminuição dos custos relativos ao processo agrícola, cerca de 65% do custo total de produção de etanol;
- Redução do custo industrial, em menor intensidade, devido ao índice de produtividade industrial já elevado;
- Possível diminuição dos custos de arrendamento, devido ao direcionamento da fronteira agrícola para o Centro-Oeste onde o custo da terra é menor;
- Crescimento da participação da bioeletricidade como alternativa de entrada de capital no longo prazo;
- Consolidação e aumento da robustez do mercado como resultado dos processos de fusão e aquisição;



- Aumento do preço doméstico da gasolina<sup>28</sup> e da sinergia com a produção de açúcar;

No caso do derivado de petróleo, o custo incorrido compreende as aquisições de etanol anidro e da gasolina A, os quais representaram respectivamente, na média do período 2009-2013, cerca de 25% e 75% do custo de produção da gasolina C.

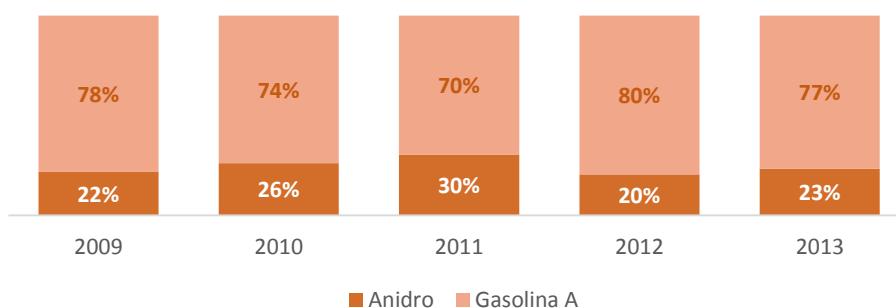


Figura 1-10: Composição do custo de insumos da gasolina C

Fonte: Elaboração própria baseada em FECOMBUSTIVEIS (2010, 2011, 2012, 2013 e 2014)

O custo do etanol anidro passou de 22% em 2009, para 26% em 2010 e 30% em 2011, devido à mesma conjuntura que afetou os custos do etanol hidratado; o que impactou a composição de preços da gasolina C, visto que a gasolina A não acompanhou a paridade internacional, tendo sido administrada pelo Governo Brasileiro como forma de controle de inflação (CAETANO, 2013; CUNHA, 2015).

#### 1.4.2. Margens

As margens da indústria sucroalcooleira são compostas pela margem de distribuição e de revenda (ANP, 2012b) e, segundo COMPÉAN & POLENSKE (2011), ambas são distintas entre as regiões Norte-Nordeste (NN) e Centro-Sul (CS). Os dados históricos de levantamento de preços e margens de comercialização de combustíveis da ANP mostram que entre os anos 2005 e 2012 a região CS auferiu maiores margens médias<sup>29</sup> de revenda do que a região NN, conforme ilustrado na Figura 1-11.

<sup>28</sup> À época da publicação do estudo da EPE (junho de 2014), o preço da gasolina no mercado interno estava inferior aos preços internacionais. O Plano Estratégico 2030 da Petrobras apontava uma tendência de convergência dos preços nacionais de derivados com os praticados internacionalmente. Com a recuperação dos preços ao consumidor final de gasolina no Brasil, os produtores de etanol teriam margem para reajustar o preço do renovável nas usinas, tornando-o mais atrativo, o que deveria incentivar novos investimentos em expansão e renovação e a consequente diminuição dos custos médios de produção (EPE, 2014b).

<sup>29</sup> Margens médias aqui refere-se à média aritmética das margens médias mensais de cada um dos estados que compõem as regiões CS e NN.

Embora existam disparidades entre as margens médias de revenda dos estados constituintes de cada uma das regiões, pode-se notar que as médias dos estados da região CS em conjunto são significativamente maiores do que aquelas da região NN.

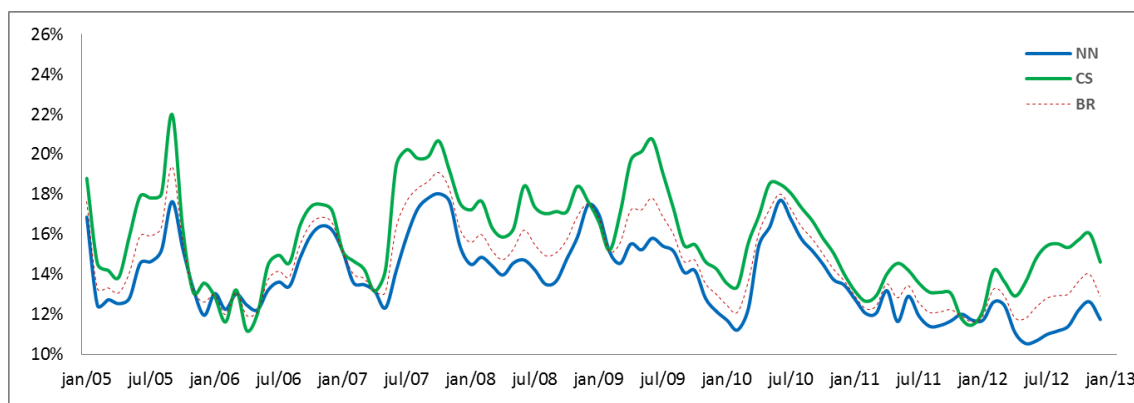


Figura 1-11: Evolução da margem média de revenda

Fonte: ANP (2015)

A ponderação das margens médias de revenda pelo consumo (em volume) estadual de etanol, mostra que a região CS aufer margens relativas superiores na maior parte do período (vide Figura 1-12). É interessante notar que a média ponderada das margens a nível nacional aproxima-se muito da média ponderada da região CS, o que se deve à produção e consumo de etanol estarem concentrados nessa região, enquanto apenas 10% da produção de bioetanol se localiza nas regiões Norte e Nordeste (CGEE, 2009).

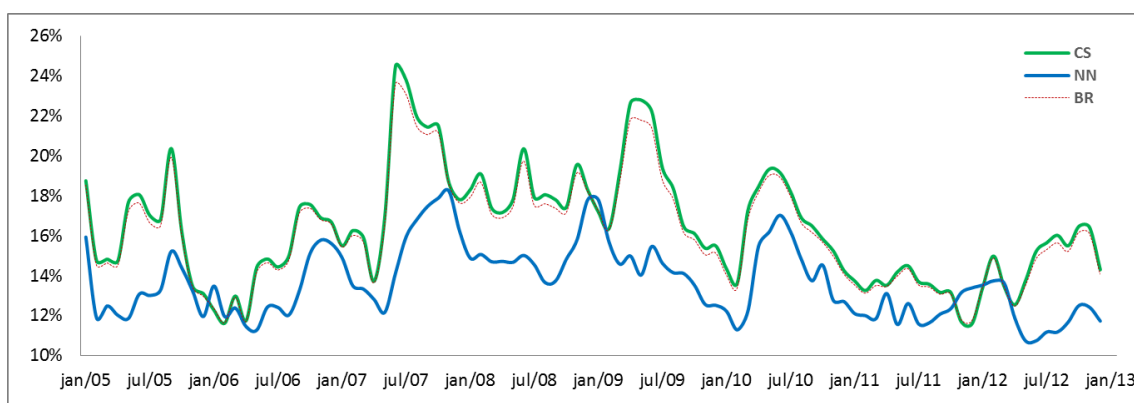


Figura 1-12: Evolução da margem média de revenda ponderada pelo consumo

Fonte: ANP (2015)

Embora as regiões apresentem patamares de margens de revenda de etanol diferentes, a semelhança de comportamento entre as margens regionais é reflexo de características que atingem o setor sucroalcooleiro no âmbito nacional.

Por exemplo, em 2007, o mercado de etanol atingiu o ápice da sua expansão, com o

aumento de 51% de produção de biocombustível em relação ao ano anterior (FECOMBUSTÍVEIS, 2009), ocasionando a maior margem média anual de revenda entre os anos 2005 e 2012. Ao longo de 2007, o excesso de oferta de biocombustível, aliado ao baixo desempenho de suas exportações, gerou uma depressão dos preços nos postos de abastecimento, fazendo a margem da revenda oscilar para baixo ao longo de 2008 e nos anos seguintes.

Em consonância ao exposto na Figura 1-8, buscou-se estimar a decomposição da margem total em seus componentes de distribuição e revenda para o período restrito aos anos 2009 a 2012, conforme identificado na Figura 1-13.

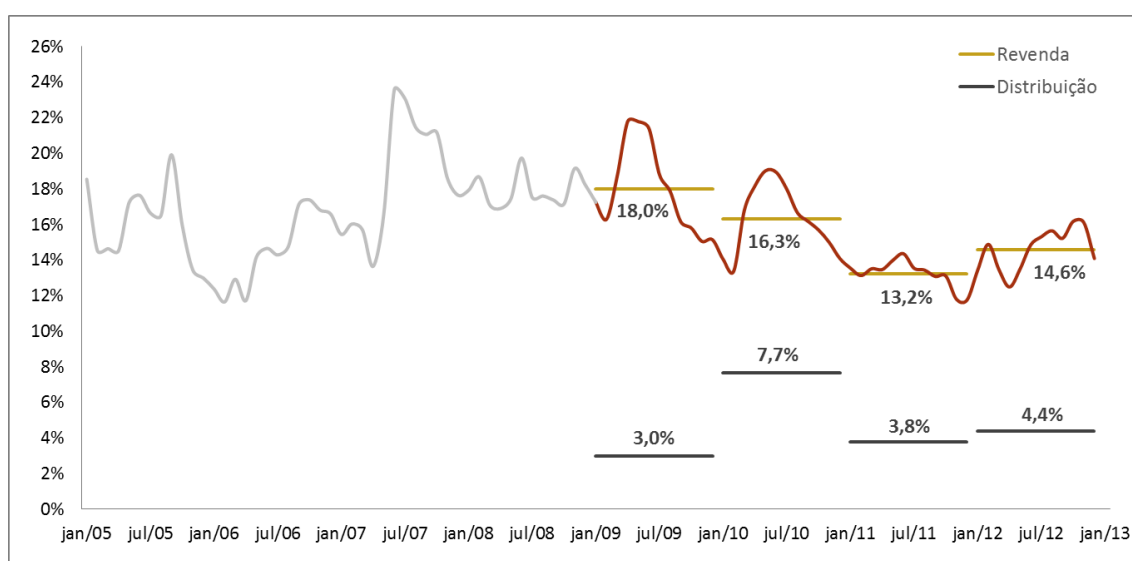


Figura 1-13: Estimativa das margens de revenda e distribuição

Fonte: ANP (2015)

#### 1.4.3. Fretes

Alguns estados brasileiros ainda não se converteram em grandes consumidoras de etanol justamente por estarem muito distantes dos centros produtores e incorrerem em custos de frete que encarecem o seu preço, refletindo na paridade desfavorável entre o preço do etanol e da gasolina (preço relativo de etanol) ao consumidor final.

No intuito de compreender a representatividade do frete na formação dos preços dos combustíveis, a Figura 1-7 e a Figura 1-8 identificam que a parcela referente aos custos de transporte para o etanol hidratado e para a gasolina C giraram em torno de 2% e 3% ao longo do período 2009-2013, o que concorda com a representação da estrutura de preços sugerida por RODRIGUES (2012), ilustrada na Figura 1-5.

ANP (2012b) identifica, na estrutura de formação de preços, o momento de incidência dos custos de frete na cadeia de suprimento dos combustíveis líquidos do ciclo Otto (vide Quadros 1-1 e 1-2). Em ambos os casos do etanol e da gasolina, o custo de frete é embutido no preço do combustível a partir da distribuidora. Os fretes envolvidos e suas rotas (origem-destino) são apresentados na Tabela 1-5.

Tabela 1-5: Origem-destino dos fretes de combustíveis líquidos

<b>Etanol Hidratado</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Origem</b>	<b>Destino</b>
Frete até a base de distribuição	Usina	Base 1 <sup>ária</sup>
Frete da base de distribuição ao posto revendedor	Base 1 <sup>ária</sup> ou 2 <sup>ária</sup>	Posto
<b>Gasolina C</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Origem</b>	<b>Destino</b>
Frete da gasolina “A” até a base de distribuição	Refinaria	Base 1 <sup>ária</sup>
Frete do EAC até a base de distribuição (frete de coleta)	Usina	Base 1 <sup>ária</sup>
Frete da base de distribuição até o posto revendedor	Base 1 <sup>ária</sup> ou 2 <sup>ária</sup>	Posto

Fonte: Elaboração própria baseada em CGEE (2009)

Especificamente no caso do EHC, a produção agrícola da cana-de-açúcar se dá em períodos diferentes entre as principais regiões produtoras do país. A safra no Centro-Sul ocorre entre os meses de abril e outubro, enquanto que na região Norte-Nordeste, o período de safra restringe-se aos meses de novembro a março. Embora complementares, os períodos de safra diferenciados não asseguram o abastecimento, devido à diferença de representatividade entre a produção da cana-de-açúcar na região CS (90%) e na região NN (10%), conforme verificado na Tabela 1-6.

Tabela 1-6: Saldo líquido (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>) de EHC por grande região (2003-2008)

	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Região NN</b>	<b>461,9</b>	<b>532,8</b>	<b>398,4</b>	<b>255,3</b>	<b>128,8</b>	<b>(187,0)</b>
Região Norte	(41,9)	(45,7)	(49,1)	(38,7)	(95,7)	(162,9)
Região Nordeste	503,8	578,5	447,5	294,0	224,5	(24,1)
<b>Região CS</b>	<b>1931,2</b>	<b>1742,8</b>	<b>2766,6</b>	<b>3409,5</b>	<b>4756,9</b>	<b>4453,2</b>
Região Sudeste	1379,4	1385,7	2091,9	2495,8	3297,7	3325,1
Região Sul	45,7	(144,0)	(227,1)	(7,6)	399,8	(134,1)
Região Centro-Oeste	506,06	501,07	901,78	921,32	1059,37	1262,15

Fonte: BNDES (2010)

Devido à perecibilidade da matéria-prima, as plantas produtoras de etanol localizam-se essencialmente ao lado das áreas de produção de cana-de-açúcar (RODRIGUES, 2012). A dispersão espacial entre regiões que são produtoras líquidas e consumidoras líquidas de etanol ocasiona custos de frete distintos entre elas, fato que se reflete em grande parte dos estados da região NN, com impacto mais significativo nos estados da região amazônica, onde praticamente não há produção de cana-de-açúcar (ver Figura 1-14).

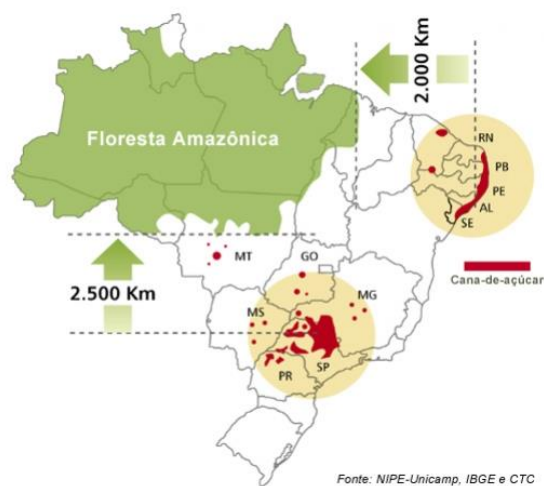


Figura 1-14: Áreas de plantações de cana-de-açúcar no Brasil

Fonte: ÚNICA (2015)

Embora o custo do frete seja influenciado pela distância entre os centros produtores e consumidores, é importante destacar a causa sistemática atuante sobre a custo médio do frete: a composição modal de transporte de carga do país. A matriz de transporte de cargas no Brasil é altamente concentrada no modal rodoviário, quando comparado a outros países com dimensões geográficas similares.

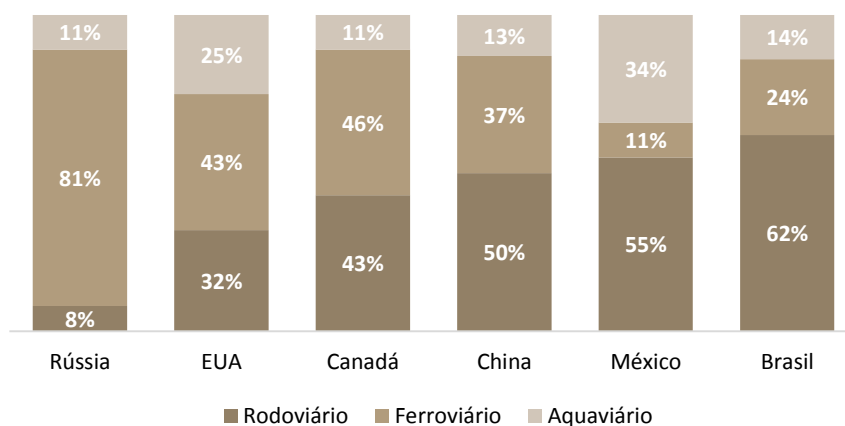


Figura 1-15: Matriz de transporte de cargas de 2007 de países selecionados

Fonte: BNDES (2010)

Segundo a publicação Valor Setorial LOGÍSTICA (2014), entre os anos 2004 e 2012, a evolução da matriz de transportes nacional manteve o transporte rodoviário como modal predominante, em cerca 60% do total das cargas transportadas (BNDES, 2010), seguido pelos modais ferroviário e aquaviário.

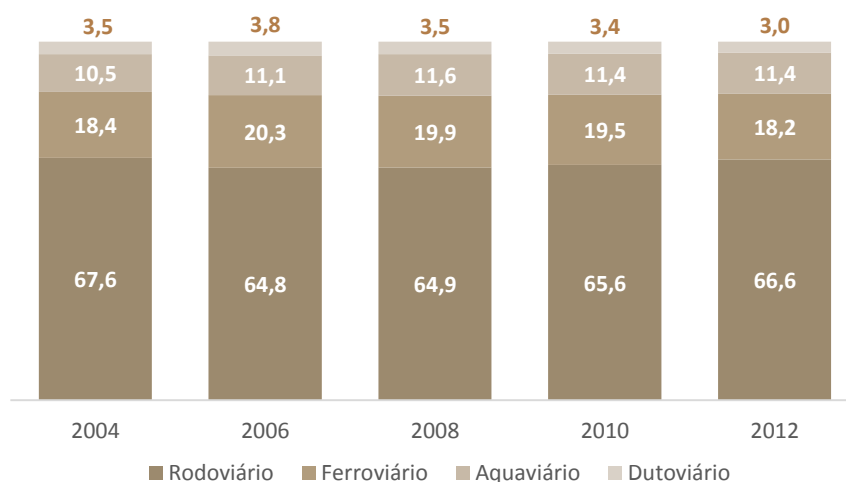


Figura 1-16: Matriz de transporte de carga no Brasil (% TKU<sup>30</sup>)

Fonte: Valor Setorial LOGÍSTICA (2014)

Nota: O transporte aéreo de cargas é inferior a 1% do TKU (EPE, 2012).

O transporte do etanol por meio de dutos foi inferior a 2% do total transportado em 2007, enquanto o modal rodoviário, correspondeu a 90% do escoamento. Em 1981, essa última modalidade (rodoviária) representava apenas 37% do transporte de etanol, enquanto os dutos, 12%. A ferrovia e a hidrovia participavam respectivamente com 33% e 22% (CGEE, 2009).

Nota-se que, embora o custo de frete sofra oscilações significativas em função da distância entre a origem e o destino do combustível, os patamares médios de custo de transporte, na maioria das regiões brasileiras, são influenciados pela escolha modal mais onerosa, correspondendo a cerca de R\$120,00/m<sup>3</sup> por 1000 km (BNDES, 2010) para o transporte por rodovia, enquanto que o transporte dutoviário ou aquaviário permitiriam economias de cerca de 50% e 60%, respectivamente (vide Figura 1-17).

Em princípio, a solução para o melhor abastecimento do etanol nos mercados com demanda reprimida passaria pela criação de um sistema logístico nacional integrado para a distribuição do biocombustível (BNDES, 2010) e investimento em ganho de

<sup>30</sup> Tonelada transportada por quilômetro útil

eficiência da operação multimodal (CGEE, 2009; Valor Setorial LOGÍSTICA, 2014).

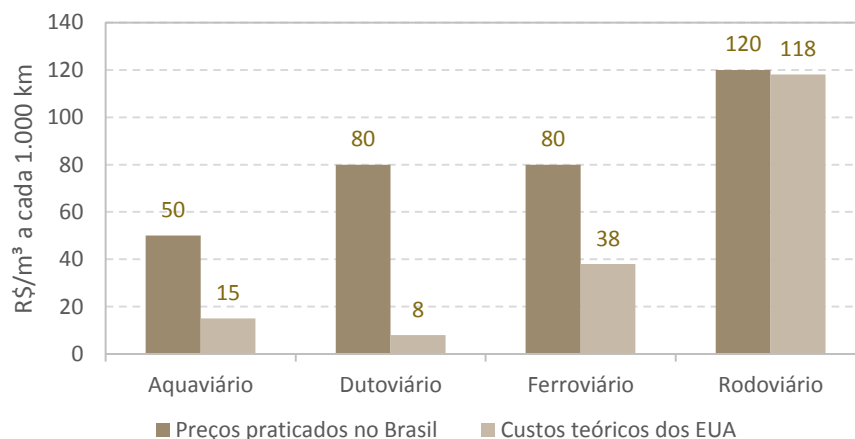


Figura 1-17: Estimativa de preços e custos de transporte de etanol por modal  
Fonte: BNDES (2010)

Entretanto, esse sistema encontra resistência no fato de os volumes movimentados de etanol isoladamente não justificarem a criação de trechos viários interligando a região Centro-Oeste do país às regiões de baixo consumo, como são os casos do Norte, do Sul e de parte do Nordeste. (BNDES, 2010).

#### 1.4.4. Tributos

Segundo CAVALCANTI (2011), os tributos<sup>31</sup> incidentes sobre as operações envolvendo combustíveis são: (i) Imposto sobre Importação (II); (ii) Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações (ICMS); (iii) Contribuição para o Programa de Integração Social do Trabalhador e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP); (iv) Contribuição Social para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS); e (v) Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE). Os tributos e suas aplicações específicas encontram-se resumidos na Tabela 1-7.

<sup>31</sup> A descrição completa dos tributos incidentes sobre os combustíveis automotivos no Brasil pode ser encontrada em CAVALCANTI (2006).

Tabela 1-7: Resumo das aplicações dos tributos dos combustíveis

<b>Tributo</b>	<b>Criação</b>	<b>Finalidades</b>
<b>ICMS</b>	EC nº 18/65	Sustentar a máquina estatal
<b>II</b>	Decreto-lei nº 37/66	Sustentar a máquina estatal
<b>PIS</b>	Lei Complementar nº 7/70	Programas de Desenvolvimento Econômico; Seguro-desemprego; Abono anual.
<b>COFINS</b>	Lei Complementar nº 70/91	Saúde; Previdência; Assistência Social.
<b>CIDE</b>	Lei nº 10.336/01	Infraestrutura de transportes; Projetos ambientais; Subsídios ao álcool e ao gás natural, e aos derivados de petróleo.

Fonte: CAVALCANTI (2011)

O Imposto sobre Importações (II) é um tributo de aplicação federal e a sua base para cálculo é o preço de importação com os custos de seguro e frete (preço CIF)<sup>32</sup>. O ICMS é um tributo aplicado pelos estados e as alíquotas estaduais são estabelecidas pelo Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz), e incide sobre as atividades de refino, distribuição e revenda no Brasil. O PIS/PASEP e COFINS incidem uma única vez no caso da cadeia logística da gasolina, já no caso do etanol hidratado incide mais de uma vez, quando da ocorrência de seus fatos geradores, ao longo da cadeia de produção e distribuição.

A CIDE<sup>33</sup>, no sentido amplo da sigla, significa Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico e se aplica a diferentes áreas de competência da União, previstos no Artigo 149 da Constituição Federal (BRASIL, 1988). A CIDE restrita à venda de combustíveis denomina-se CIDE-combustíveis, surgiu no ano de 2002 e inicialmente possuía dedução do valor pago de PIS e COFINS até um limite pré-determinado. Em abril de 2004, com o Decreto nº5.060/04, as alíquotas foram reduzidas à tributação máxima de R\$ 0,86 por litro e, desde então, o mecanismo de deduções está suspenso (CAVALCANTI, 2011).

<sup>32</sup> Este tipo de frete denomina-se CIF, o que significa “Custo, Seguro e Frete”; nesta modalidade o fornecedor é responsável por todos os custos e riscos com a entrega da mercadoria, incluindo o seguro marítimo e frete.

<sup>33</sup> No caso brasileiro, semelhante a países em desenvolvimento com regime de taxa de câmbio flutuante, os efeitos da variação dos preços internacionais de petróleo somam-se aos efeitos da variação do câmbio e, portanto, a CIDE pode atuar como mecanismo de amortecimento de preços (SILVA, 2003).



CAVALCANTI (2011) fez um levantamento da participação de cada um dos tributos em relação ao total de impostos embutidos no preço do etanol hidratado e gasolina C, mostrando que a incidência sobre a gasolina é maior do que aquela sobre o etanol no período 2002-2009. Os percentuais relativos aos anos de 2010 a 2012 foram obtidos a partir dos relatórios anuais de revenda de combustíveis da Fecombustíveis<sup>34</sup> e complementam as informações da Tabela 1-8.

Tabela 1-8: Percentual de tributos incidentes sobre o EHC e a gasolina C (%)

Ano	Gasolina C				Etanol Hidratado			
	ICMS	PIS/COFINS	CIDE	Total	ICMS	PIS/COFINS	CIDE	Total
2002	26,5	0,0	22,4	48,9	21,8	6,5	2,2	30,5
2003	27,4	0,0	20,4	47,9	21,7	6,6	2,2	30,5
2004	27,2	5,9	13,5	46,6	15,3	7,8	0,6	23,7
2005	27,0	8,9	9,1	45,0	16,9	9,2	0,0	26,1
2006	27,0	8,5	8,7	44,2	15,2	9,2	0,0	24,4
2007	27,0	8,2	8,5	43,5	15,4	8,6	0,0	24,1
2008	26,7	8,2	6,4	41,4	15,7	9,4	0,0	25,1
2009	26,8	8,3	6,3	41,4	15,7	11,1	0,0	26,8
2010	26,5	7,7	6,1	40,3	14,3	7,0	0,0	21,3
2011	26,1	7,3	5,7	39,2	15,0	6,1	0,0	21,0
2012	26,7	7,6	1,3	35,7	15,7	6,3	0,0	22,0

Fonte: CAVALCANTI (2011) e FECOMBUSTIVEIS (2011, 2012 e 2013)

A diferença de tributação entre os combustíveis é um fato que é corroborado por BNDES (2008), ao afirmar que a matriz de tributos federais e estaduais é diferenciada entre os vários combustíveis veiculares, por conta das implicações econômicas e das aplicações típicas de cada um deles, privilegiando o óleo diesel e os biocombustíveis. Assim, sobre a gasolina incide um nível mais elevado de tributos em comparação ao bioetanol hidratado, o gás natural veicular e o óleo diesel (BNDES, 2008).

Nota-se, portanto, que o ICMS constitui grande parte da tributação, em média 27% para a Gasolina C e 17,2% para o etanol hidratado e, devido à incidência federal dos tributos PIS/PASEP, COFINS e CIDE, somente o ICMS pode atribuir aos estados um caráter estratégico individual de promoção dos combustíveis. Segundo CAVALCANTI (2006), a adequação das alíquotas de ICMS pode constituir uma estratégia para a promoção dos

<sup>34</sup> FECOMBUSTIVEIS (2011, 2012 e 2013)

combustíveis nos estados brasileiros:

*(...) o advento dos veículos flexfuel e o aumento do número de conversões de automóveis a GNV trazem novos elementos à análise deste mercado, levando a escolha do consumidor ao momento do abastecimento, acirrando a competitividade dos combustíveis automotivos. Nessa conjuntura surge a importância dos estados da federação na elaboração de política energética, que através de alíquotas do ICMS, podem realizar políticas de incentivos a determinados combustíveis. O grande problema deste mecanismo é a ocorrência das chamadas “guerras fiscais”, onde os estados disputam (através de renúncias fiscais) os investimentos, reduzindo a receita governamental (e, conseqüentemente, os gastos públicos). Ademais, aponta-se a possibilidade de uma política energética do país não ser prioritária para determinados estados.*

A tributação dos combustíveis automotivos tem importância crescente na análise da política energética de um país (CAVALCANTI, 2006). De fato, existe uma razoável variação das alíquotas do ICMS (BNDES, 2008), de forma que é importante notar que o tributo no Estado de São Paulo possui a menor alíquota (12%) dentre os estados brasileiros. A tributação diferenciada deve ser usada para limitar ou permitir o uso de combustíveis específicos, de forma que o aumento da tributação restringe a atividade de transporte e tem diferentes implicações para a relativa vantagem competitiva de determinados combustíveis tradicionais (CAVALCANTI, 2006).

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Ao longo do Capítulo 1, foram abordados os aspectos inerentes à utilização da tecnologia *flexfuel* no Brasil, destacando as questões técnicas e econômicas envolvidas no processo de escolha do consumidor, com enfoque sobre as diferenças regionais entre o Norte-Nordeste e o Centro-Sul no setor sucroalcooleiro brasileiro. A diferença entre os regimes de oferta e demanda de combustíveis do ciclo Otto nas grandes regiões pode ser verificada a nível estadual, no intuito de analisar a influência dos fatores presentes na estrutura de formação de preços do etanol e da gasolina com maior grau de caracterização. Este capítulo apresenta um desdobramento da diferenciação regional, presente na indústria sucroalcooleira nacional, refletida pela análise do consumo de etanol e gasolina nos diferentes mercados das unidades federativas brasileiras.

Pelo lado do consumo, FREITAS & KANEKO (2011) apontam que a demanda de etanol se diferencia entre as duas grandes regiões brasileiras; enquanto no Centro-Sul a elasticidade-preço da demanda, tanto para o etanol quanto para outros combustíveis alternativos, é alta, o consumo no Norte e Nordeste é mais sensível a variações de renda e dependente do tamanho da frota de veículos flexíveis.

Pelo lado da oferta, o preço relativo de etanol sofre influência de diversos fatores envolvidos na estrutura de formação de preços da gasolina e do etanol. Entretanto, uma avaliação do preço relativo que leve em conta as unidades federativas permite caracterizar os mercados estaduais quanto à competitividade do biocombustível, bem como explicar parte do comportamento do preço relativo nessas localidades e nas grandes regiões onde se localizam.

Conforme mencionado no item 1.4.3, o valor do frete do combustível é superior em regiões distantes de centros produtores de cana-de-açúcar, desfavorecendo a paridade de preços. A Tabela 2-1 é o desdobramento da Tabela 1-6 e apresenta uma medida de dependência das unidades federativas (UFs) quanto ao fornecimento de álcool etílico, identificando, sobretudo, que aquelas unidades não autossuficientes incorrem em custos de fretes mais elevados para o abastecimento do mercado interno de biocombustível, como é o caso de grande parte dos estados da grande região Norte-Nordeste (NN).

Tabela 2-1: Saldo líquido (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>) de EHC por UF e grande região (2003-2008)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>2393</b>	<b>2276</b>	<b>3165</b>	<b>3665</b>	<b>4886</b>	<b>4266</b>
<b>Região Norte</b>	<b>(41,9)</b>	<b>(45,7)</b>	<b>(49,1)</b>	<b>(38,7)</b>	<b>(95,7)</b>	<b>(162,9)</b>
Rondônia	(11,9)	(12,7)	(13,6)	(10,6)	(21,5)	(40,6)
Acre	(3,7)	(3,8)	(4,0)	(4,1)	(6,4)	(9,5)
Amazonas	(8,2)	(8,9)	(13,0)	(10,6)	(24,2)	(46,7)
Roraima	(0,6)	(0,6)	(0,7)	(1,3)	(2,3)	(2,9)
Pará	(4,5)	(5,9)	(3,3)	0,9	(8,1)	(6,3)
Amapá	(0,9)	(0,8)	(0,9)	(0,9)	(1,5)	(2,8)
Tocantins	(12,2)	(13,1)	(13,5)	(12,0)	(31,8)	(54,1)
<b>Região Nordeste</b>	<b>503,8</b>	<b>578,5</b>	<b>447,5</b>	<b>294,0</b>	<b>224,5</b>	<b>(24,1)</b>
Maranhão	(3,0)	0,5	(0,2)	3,7	(39,6)	(46,9)
Piauí	(11,1)	(11,9)	(9,1)	(0,1)	(18,9)	(16,9)
Ceará	(33,9)	(35,5)	(39,5)	(65,1)	(72,4)	(146,0)
Rio Grande do Norte	13,7	14,1	12,6	(4,8)	145,5	(47,9)
Paraíba	101,3	126,6	137,7	110,9	148,5	123,5
Pernambuco	122,0	82,4	34,7	4,8	235,9	17,2
Alagoas	331,1	424,3	334,1	294,0	(39,0)	411,2
Sergipe	15,6	19,0	25,5	17,7	38,4	(0,3)
Bahia	(31,8)	(41,1)	(48,4)	(67,1)	(174,0)	(318,0)
<b>Região Sudeste</b>	<b>1379,4</b>	<b>1385,7</b>	<b>2091,9</b>	<b>2495,8</b>	<b>3297,7</b>	<b>3325,1</b>
Minas Gerais	26,0	8,4	134,4	319,8	565,2	676,8
Espírito Santo	12,0	9,9	(4,3)	5,0	17,9	(11,8)
Rio de Janeiro	(33,0)	(8,2)	(96,5)	(164,7)	(266,1)	(587,9)
São Paulo	1374,4	1375,5	2058,2	2335,7	2980,7	3248,0
<b>Região Sul</b>	<b>45,7</b>	<b>(144,0)</b>	<b>(227,1)</b>	<b>(7,6)</b>	<b>399,8</b>	<b>(134,1)</b>
Paraná	346,4	217,1	134,7	338,7	855,5	560,7
Santa Catarina	(155,0)	(173,9)	(175,3)	(193,1)	(242,4)	(376,2)
Rio Grande do Sul	(145,7)	(187,2)	(186,6)	(153,3)	(213,3)	(318,6)
<b>Região Centro-Oeste</b>	<b>506,06</b>	<b>501,07</b>	<b>901,78</b>	<b>921,32</b>	<b>1059,37</b>	<b>1262,15</b>
Mato Grosso do Sul	191,25	168,78	330,25	372,10	553,96	542,75
Mato Grosso	273,06	304,92	365,04	413,42	378,98	269,37
Goiás	130,91	103,58	284,06	216,66	276,65	624,80
Distrito Federal	(89,17)	(76,20)	(77,56)	(80,86)	(150,22)	(174,78)

Fonte: BNDES (2010)

Nota: embora o período compreendido na tabela seja limitado aos anos entre 2003 e 2008, os dados refletem uma imagem da infraestrutura de consumo do etanol nos estados brasileiros, destacando que a produção da região CS possui tendência de saldo líquido positivo (fornecedor líquido de etanol), enquanto que a região NN apresenta uma tendência de saldo líquido negativo (consumidor líquido de etanol).

Em relação aos componentes do preço de revenda dos combustíveis, outro fator relevante, que fornece algum grau de diferenciação entre os mercados estaduais, é o tributo. Dentre os tributos incidentes sobre os combustíveis líquidos do ciclo Otto, o ICMS compete exclusivamente ao governo estadual e a sua incidência se diferencia entre as unidades federativas e entre os tipos de combustível.

Tabela 2-2: Alíquotas de ICMS sobre os combustíveis nas UFs (%)

UF	Gasolina C					Etanol Hidratado				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
AC	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
AM	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
RO	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
RR	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
PA	30	30	28	28	28	30	30	26	26	26
AP	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
TO	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
SP	25	25	25	25	25	12	12	12	12	12
MG	25	25	25	27	27	25	25	25	22	19
RJ	31	31	31	31	31	24	24	24	24	24
ES	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PR	26	28	28	28	28	18	18	18	18	18
SC	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
RS	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
MT	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
MS	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
GO	26	26	26	29	29	26	20	20	22	22
DF	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
MA	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25
PI	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
CE	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25
RN	25	25	25	27	27	25	25	25	25	25
PB	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25
PE	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25
AL	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
SE	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
BA	27	27	27	27	27	19	19	19	19	19

Fonte: FECOMBUSTÍVES (2009, 2010, 2011, 2012, 2013)

A Tabela 2-2 identifica as alíquotas de ICMS incidentes sobre a gasolina C e o EHC entre os anos 2008 e 2012, destacando as alterações tributárias realizadas ao longo do período e identificando a diferença de incidência do tributo entre a gasolina e o etanol em cada local. Nota-se que os estados não produtores de cana-de-açúcar, em geral,

possuem alíquotas sobre o etanol próximas daquelas para a gasolina; enquanto que os estados produtores e os estados importadores localizados próximos a regiões produtoras, possuem alíquotas inferiores para o biocombustível.

Tais fatores, aliados a características particulares de cada estado, contribuem para a diferenciação do preço relativo de etanol dentro do país. SALVO & HUSE (2013) mostram que a proporção de consumidores que escolhem o combustível mais caro, baseado na relação  $P_e/P_g$ , se reduz à medida que a magnitude da diferença<sup>35</sup> de preços aumenta. Dessa forma, embora grande parte das regiões utilize a tecnologia veicular flexível, capaz de processar simultaneamente ambos os combustíveis, verifica-se a coexistência de mercados estaduais pró-etanol e pró-gasolina no Brasil.

A Figura 2-1 aborda a relação entre a intensidade do consumo de EHC e o seu preço relativo, nos estados brasileiros, para o ano de 2008.

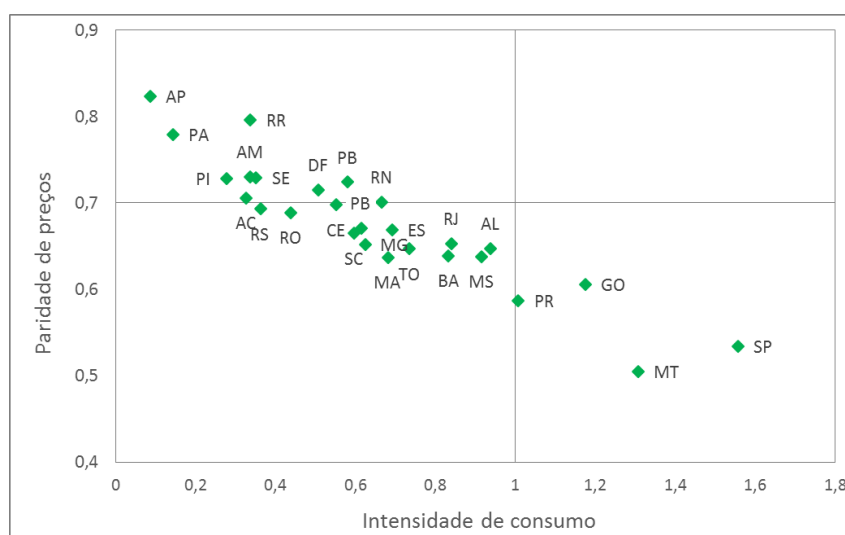


Figura 2-1: Intensidade do consumo vs. preço relativo de EHC nas UFs

Fonte: BNDES (2010)

A intensidade de consumo estadual de etanol é dada pela Equação 2-1<sup>(36)</sup>, a seguir:

$$\frac{C_e/F_e}{[C_e + (C_g/0,7)]/F_e} \quad (\text{Eq. 2-1})$$

<sup>35</sup> Denota-se a magnitude da diferença de preços por  $|P_e - P_g|$

<sup>36</sup> Segundo BNDES (2010), a ideia fundamental desse denominador é retirar o efeito da diferenciação estadual na intensidade de uso dos automóveis. Como não há dados disponíveis sobre a distribuição regional e estadual da frota *flex*, parte-se do pressuposto de que essa distribuição da frota total reflete a participação de cada estado na frota nacional de veículos.

Onde:

$C_e$  é a participação de cada estado no consumo nacional de etanol hidratado;

$F_e$  é a participação da frota de veículos de cada estado na frota nacional de veículos;

$C_g$  é a participação de cada estado no consumo nacional de gasolina C.

O numerador da Equação 2-1 é a intensidade de consumo de etanol hidratado em cada estado, enquanto o denominador corresponde à intensidade de consumo de combustível (EHC e gasolina C equivalente em EHC) em cada estado. Observa-se que aqueles estados com intensidade de consumo inferior à unidade têm indícios de demanda reprimida. De fato, aqueles que apresentam indícios de demanda suprida, de acordo com tal métrica (Eq. 2-1), também possuem saldo líquido de etanol positivo, conforme apresentados na Tabela 2-1.

Embora a intensidade de consumo de etanol apresentada na Figura 2-1 seja restrita ao ano de 2008, ela reflete o posicionamento dos mercados regionais em um ano ainda favorável ao setor sucroalcooleiro. Desde o surgimento do veículo *flexfuel*, o preço relativo de etanol ( $P_e/P_g$ ) apresentou oscilações no mercado nacional, repercutindo de forma distinta em cada um dos estados, em função de suas características individuais.

A fim de contextualizar a dinâmica do consumo de combustíveis do veículo *flex* a nível nacional e regional, os itens a seguir abordam a evolução do mercado nacional do biocombustível (item 2.1) e a estimativa da perda econômica, por parte do consumidor, em cada UF, em função da escolha do combustível (item 2.2).

## **2.1. A evolução do preço relativo**

Entre os anos 2005 e 2012, o EHC sofreu oscilações de preços que o tornaram ora vantajoso, ora desvantajoso, a nível nacional. A Figura 2-2 mostra a evolução histórica da paridade de preços entre EHC e gasolina C.

Em grande parte do período inicial (2005-2009), mais de cem novas plantas produtoras de etanol instalaram-se no país (SOUSA & MACEDO, 2010) e o biocombustível se manteve frequentemente favorável em relação à gasolina, devido à expansão da sua oferta a níveis ainda compatíveis com a demanda verificada até o ano de 2008.

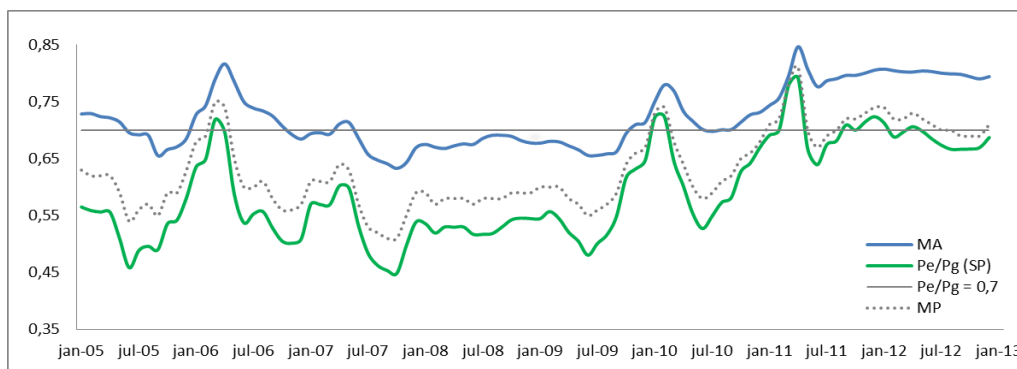


Figura 2-2: Evolução do preço relativo do etanol

Fonte: Elaboração própria

Nota: MA representa a média aritmética do preço relativo ( $P_e/P_g$ ) nos estados;  $P_e/P_g$  (SP) representa o preço relativo no Estado de São Paulo;  $P_e/P_g = 0,7$  é a razão de indiferença do consumidor e MP é a média do preço relativo ( $P_e/P_g$ ) ponderada pelo consumo de cada estado.

Segundo FECOMBUSTÍVEIS (2009), a escalada das vendas de etanol hidratado no país começou um ano após o lançamento do veículo *flexfuel*, e no ano seguinte (2004) as vendas deram um salto de 39%, devido a uma queda de preços atípica. A recuperação do preço do etanol proporcionou crescimento reduzido das vendas de apenas 3% em 2005, mas os anos seguintes apresentaram taxas de crescimento anuais de dois dígitos: 32% em 2006, 51% em 2007 e 42% em 2008.

O ano de 2008 marcou o início de uma crise profunda no setor sucroalcooleiro. Ao final desse ano haviam 418 unidades produtivas, das quais 403 aptas à produção de etanol (FECOMBUSTÍVEIS, 2009). Nesse momento ocorreu incentivo à produção sucroalcooleira por meio de financiamentos do BNDES, que atingiu o pico histórico de 7% do total de desembolsos do banco naquele ano (RODRIGUES, 2012).

A magnitude do aporte de investimentos no setor fez a oferta de etanol aumentar em ritmo superior à demanda dos veículos flexíveis, ainda em expansão. Esse fato, aliado ao volume de exportação aquém do esperado para o período, ocasionou excedentes do biocombustível no mercado e a sua consequente queda de preços em 2007 e 2008. Com preços deprimidos, os planos de negócios das empresas não se concretizaram conforme o planejado nos anos anteriores (FECOMBUSTÍVEIS, 2009), ocasionando a saída de grupos importantes do mercado.

A crise internacional de 2008 aumentou os juros e reduziu a oferta de crédito, prejudicando os exportadores e debilitando o fluxo de caixa das usinas. Em resposta, os



usineiros foram obrigados a se desfazer de seus estoques, mesmo a preços pouco atrativos, no intuito de aumentar a sua liquidez (FECOMBUSTÍVEIS, 2010). Aliado ao cenário econômico desfavorável, as condições climáticas prejudicaram o volume da colheita da cana-de-açúcar na região CS, bem como a sua qualidade<sup>37</sup>, deixando-se de produzir 5 milhões de toneladas de açúcar e 4 bilhões de litros de etanol.

Ainda segundo FECOMBUSTÍVEIS (2010), a conjunção da crise financeira com a quebra de safra levou diversas usinas a ofertarem todo o etanol produzido, fazendo os preços desabarem e tornando o etanol competitivo em quase todos os estados do Brasil. Até mesmo regiões onde, em 2008, não havia vantagem do hidratado em relação à gasolina registraram meses em que foi mais vantajoso usar o biocombustível. É o caso de Amazonas, Sergipe e Piauí (vide Figura 2-3).

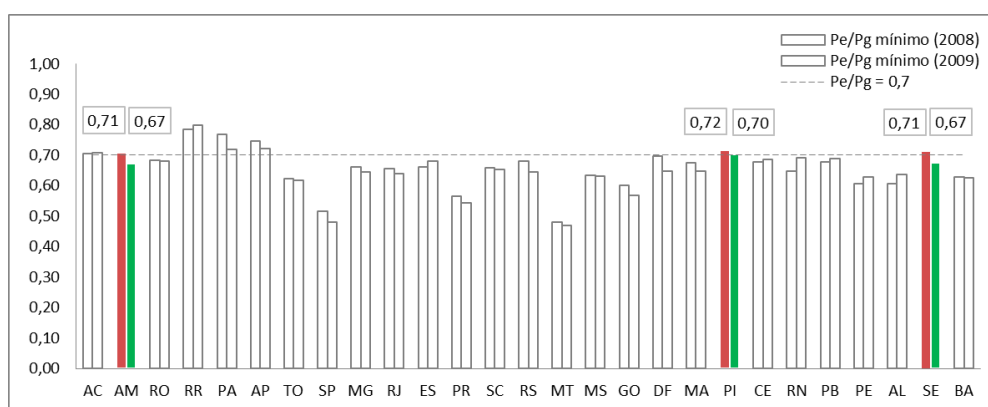


Figura 2-3: Relação Pe/Pg mensal mínima<sup>38</sup> nas UF's em 2008 e 2009.

Fonte: Elaboração própria baseada em ANP (2015)

O mercado automotivo vivenciava alto nível de vendas de carros *flex*, impulsionadas pela redução do IPI<sup>39</sup> (Imposto sobre Produtos Industrializados), contribuindo para o aumento da demanda pelo biocombustível. A combinação dos efeitos levou à escassez do produto e à escalada de preços ao longo de todo o segundo semestre de 2009.

<sup>37</sup> A quantidade de açúcar presente na cana, ATR (Açúcares Totais Recuperáveis), ficou reduzida devido à quantidade de chuva excessiva em 2009. Historicamente, a média de ATR por tonelada de cana moída no Centro-Sul gira em torno de 140 kg, porém, no ano de 2009, ela ficou abaixo de 131 kg, segundo dados da União da Indústria de Cana-de-açúcar (FECOMBUSTÍVEIS, 2010).

<sup>38</sup> A relação Pe/Pg mensal mínima refere-se ao menor preço relativo dentre os meses de determinado ano para uma UF, especificamente os anos de 2008 e 2009.

<sup>39</sup> Segundo BNDES (2010b), o ano de 2008 começou com a aceleração do ritmo de crescimento das vendas no mercado interno, permanecendo assim até setembro. Em outubro de 2008, as vendas sofreram forte retração, em decorrência da contração do crédito, pelo agravamento da crise financeira internacional. O governo brasileiro adotou diversas medidas para a restauração do crédito e concedeu incentivos fiscais à aquisição de veículos novos que auxiliaram na recuperação das vendas no primeiro trimestre de 2009.

Nos anos seguintes, aumentou a incidência de períodos sucessivos desfavoráveis ao biocombustível. A redução da expansão dos investimentos no setor sucroalcooleiro, aliada à manutenção do consumo crescente do etanol, elevou o seu preço relativo e reduziu a sua competitividade frente à gasolina.

Além disso, fatores climáticos afetaram a produção agrícola da cana-de-açúcar, fazendo o país atravessar uma alta descontrolada nos preços do etanol combustível nos períodos de entressafra da região Centro-Sul (CS) em 2010 e 2011, chegando a atingir cerca de 2,50 R\$/l na média de preços ofertados aos consumidores das capitais, nos meses que anteciparam a safra de 2011 (MME, 2011).

O ano de 2010 marcou a primeira retração na demanda por EHC (15,1 milhões de m<sup>3</sup>) desde o surgimento do veículo *flexfuel*, e no ano seguinte o consumo voltou a cair de forma mais acentuada (10,7 milhões de m<sup>3</sup>), um recuo de quase 30% em relação a 2010. No ano de 2012, devido à relação  $P_e/P_g$  desfavorável, o mercado de etanol perdeu quase 1 milhão de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) e os usuários de veículos *flex* alternaram grande parte de seu consumo para a gasolina, o que obrigou a Petrobras a incrementar as importações do derivado de petróleo (FECOMBUSTÍVEIS, 2013).

## **2.2. Estimativa da perda econômica na escolha do combustível**

Nesta seção buscou-se apresentar uma metodologia de cálculo para o custo de oportunidade do consumo de EHC, baseada na literatura científica, e utilizá-la com dois propósitos: (i) refazer o cálculo realizado por PACINI & SILVEIRA (2011) para o mesmo período utilizado pelos autores (2005-2008), e (ii) reproduzi-lo para o período de quatro anos seguintes (2009-2012). O objetivo é avaliar como se deu a evolução deste indicador em períodos com diferentes características, a saber, tamanho da frota de veículos e situação do mercado de etanol no Brasil.

Segundo os autores supracitados, uma forma de analisar os dados de consumo de EHC é quantificar as aquisições do biocombustível em momentos de desvantagem de preços em relação à gasolina C, sob a hipótese de que a escolha do consumidor é baseada no preço relativo<sup>40</sup>, a saber,  $P_e/P_g$ . Baseado nesta proposta, emprega-se uma variável binária

---

<sup>40</sup> Os autores consideraram que o parâmetro chave para guiar a escolha do consumidor quanto ao combustível automotivo é o preço relativo entre os combustíveis; o cálculo do custo de oportunidade basear-se-á inicialmente nesta premissa para a utilização da metodologia de cálculo proposta pelos autores.

(1 se  $\frac{P_e}{P_g} > 0,7$ ; 0 se contrário) que identifica quais meses são contabilizados.

O cálculo representa o montante monetário que ultrapassa o patamar de indiferença de preços entre o EHC e a gasolina C. Em termos práticos, permite representar a quantidade adicional paga pelo consumidor a cada quilômetro percorrido (adicional de R\$/Km) pelo veículo. A Equação 2-2 reproduz a metodologia de cálculo utilizada pelos autores para a avaliação do custo de oportunidade do EHC nos estados e no Brasil.

$$CO_e = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{P_e(i)}{P_g(i)} - 0,7 \right) \times P_g(i) \times C_e(i) \times FA(i) \right] \quad (\text{Eq. 2-2})$$

Segundo a formulação, o custo de oportunidade (CO) pago pelo consumidor, nos meses em que o biocombustível representou uma escolha subótima, é calculado em função de variáveis avaliadas a cada mês (i) do total de meses (n) desejados; tais variáveis são:

- Preço em reais por litro (R\$/L) do EHC no mês i –  $P_e(i)$ ;
- Preço em reais por litro (R\$/L) da gasolina C no mês i –  $P_g(i)$ ;
- Consumo em litros (L) de EHC no mês i –  $C_e(i)$ ;
- Fator de atualização de preços –  $FA(i)$

Analiticamente, a Equação 2-2 corresponde à diferença monetária entre o valor gasto com etanol, avaliado ao preço de aquisição, supondo-se o preço ideal de paridade em relação à gasolina C ( $P_e/P_g = 0,7$ ). A Figura 2-4 identifica resumidamente a função de cada parcela na composição de CO.

$$\sum_{i=1}^n \left[ \underbrace{P_e(i) \times C_e(i)}_{\text{Valor total gasto com etanol no mês i, avaliado pelo preço de aquisição}} - \underbrace{0,7 \times P_g(i) \times C_e(i)}_{\text{Valor total gasto com etanol no mês i, supondo o preço ideal de paridade}} \right] \times FA(i)$$

Figura 2-4: Desmembramento do cálculo do custo de oportunidade em parcelas

Fonte: Elaboração própria baseada em PACINI & SILVEIRA (2009)

Os dados utilizados são constituídos de séries históricas, com periodicidade mensal, de preços de revenda de etanol hidratado ( $P_e$ ), gasolina C ( $P_g$ ) e consumo de EHC para cada uma das 27 unidades federativas brasileiras, obtidos junto à ANP, em preços correntes. Os valores foram atualizados a preços constantes de dezembro de 2012 a

partir de um fator de atualização elaborado com base no Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA<sup>41</sup>).

Analogamente à metodologia empregada no cálculo do custo de oportunidade do consumo de EHC, faz-se o mesmo tipo de abordagem para a identificação deste custo para a gasolina C, por meio da formulação apresentada na Equação 2-3.

$$CO_g = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{P_e(i)}{P_g(i)} - \frac{1}{0,7} \right) \times P_e(i) \times C_g(i) \times FA(i) \right] \quad (\text{Eq. 2-3})$$

A Equação 2-3 identifica, portanto, o valor gasto com o consumo de gasolina C nos meses nos quais o biocombustível se apresentou como a escolha economicamente ótima.

No item 2.1 foi apresentada a transição do comportamento do preço relativo do etanol entre os anos 2005 e 2012, mostrando que na primeira metade deste intervalo houve períodos favoráveis ao EHC. Porém, a partir do final de 2009, o biocombustível se apresentou desfavorável em momentos sucessivos. Conforme apresentado anteriormente na Figura 2-2, nota-se que a média de preços no Estado de São Paulo é inferior à média nacional, de forma que a média ponderada para o Brasil reflete melhor o comportamento conjunto dos preços baseado nos mercados estaduais.

A elevação do patamar de preço relativo do etanol, aliado aos seus sucessivos momentos de desvantagem econômica, parece ser um fator inibidor para o consumo de biocombustível ao invés de gasolina. No entanto, conforme apresentado anteriormente, a relevância da participação dos veículos flexíveis na frota nacional atingiu seu ápice em meados de 2009 e fortaleceu o consumo de etanol hidratado, mesmo com períodos de gasolina mais vantajosa ao consumidor direto. A Figura 2-5 ilustra o percentual de meses em que o EHC foi desvantajoso em relação à gasolina, nos estados e no Distrito Federal, nos dois quadriênios. Desconsiderando elevações significativas do custo de distribuição e da carga tributária estadual (ICMS) sobre o etanol, observa-se que os efeitos da crise do setor enfraqueceram a vantagem histórica do biocombustível em

---

<sup>41</sup> O IPCA foi escolhido pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) como o medidor oficial da inflação do país, dado que sua população-objetivo se refere a famílias residentes nas áreas urbanas com rendimentos de 1 e 40 salários-mínimos, qualquer que seja a fonte de rendimentos (IBGE, 2013). Trata-se do índice de maior relevância do ponto de vista da política monetária e, portanto, referência para o sistema de metas de inflação, de modo que corrige os balanços e demonstrações financeiras trimestrais e semestrais das companhias abertas (BCB, 2013).

relação à gasolina em praticamente<sup>42</sup> todo o país.

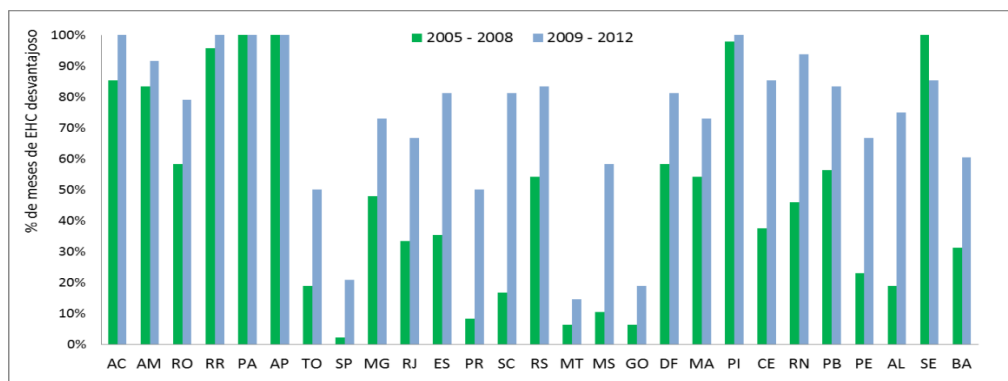


Figura 2-5: Percentual de meses de EHC desvantajoso em relação à gasolina C

Fonte: Elaboração própria baseada em ANP (2015)

A compreensão individual de cada unidade federativa torna-se necessária frente aos diferentes fatores de influência atuantes sobre o consumo de etanol e à carência de análises sobre o comportamento dos mercados estaduais. A Figura 2-6 ilustra o cálculo realizado, segundo a metodologia de PACINI & SILVEIRA (2011), para os 96 meses compreendidos entre janeiro de 2005 e dezembro de 2008. Analogamente, a Figura 2-7 ilustra o cálculo aplicado à gasolina C, no mesmo período.

<sup>42</sup> A situação foi contrária somente no estado do Sergipe, onde o EHC nunca havia sido favorável entre os anos 2005 e 2008 e tornou-se vantajoso em 14,58% dos meses entre os anos 2009-2012.

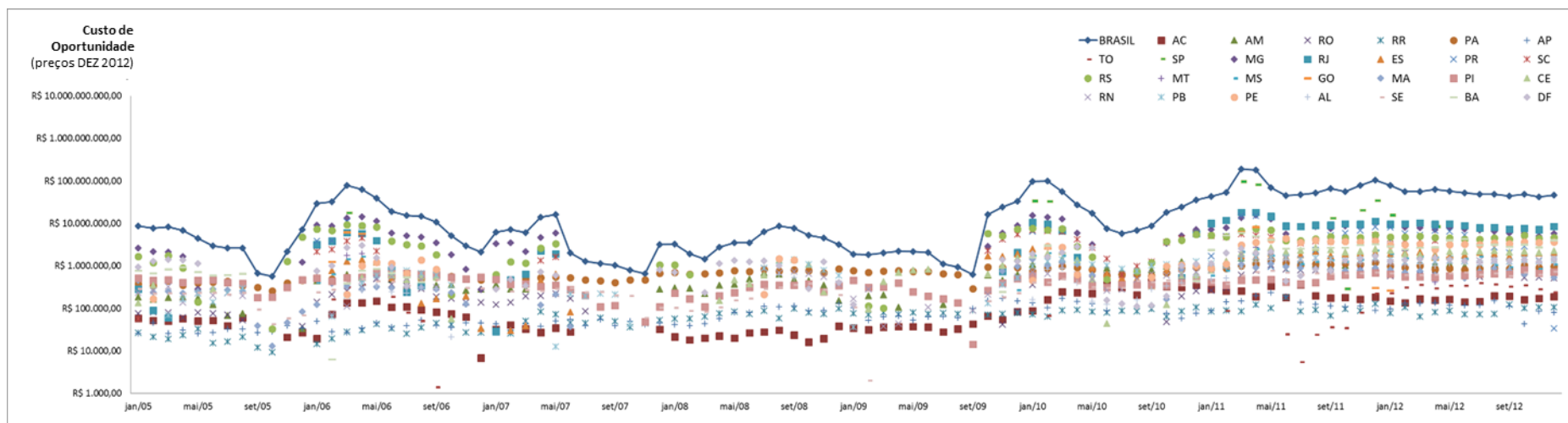


Figura 2-6: Custo de Oportunidade do EHC nas UF's (2005/01 a 2012/12)

Fonte: Elaboração própria baseada em PACINI & SILVEIRA (2011) e ANP (2015)

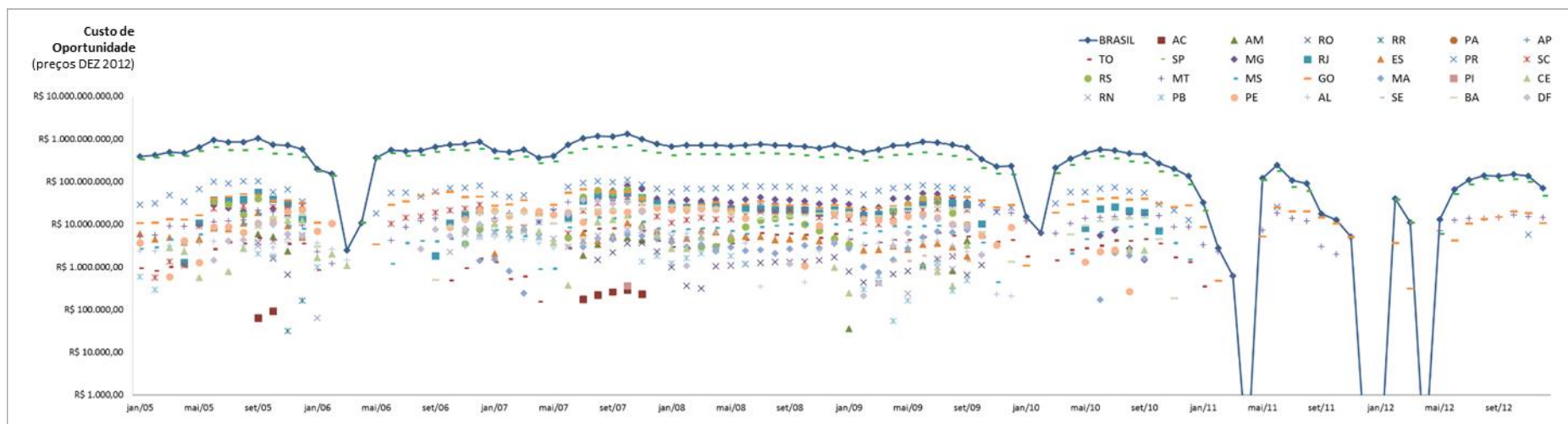


Figura 2-7: Custo de Oportunidade da Gasolina C nas UF's (2005/01 a 2012/12)

Fonte: Elaboração própria baseada em PACINI & SILVEIRA (2011) e ANP (2015)

É importante notar que podem coexistir custos de oportunidade para a gasolina C ( $CO_g$ ) e para o EHC ( $CO_e$ ) em nível nacional, pois os valores da razão  $P_e/P_g$  são avaliados em cada unidade federativa (UF) do país. A Figura 2-6 e a Figura 2-7 mostram que uma mesma UF não está presente, no mesmo mês, em ambos os gráficos, pois o preço relativo ( $P_e/P_g$ ) pode favorecer a Gasolina C ( $P_e/P_g > 0,7$ ), o EHC ( $P_e/P_g < 0,7$ ) ou nenhum dos combustíveis ( $P_e/P_g = 0,7$ ). Todavia, há a possibilidade, e de fato ocorre, de determinado mês apresentar algumas UF favoráveis à gasolina C, enquanto outras, favoráveis ao EHC, compondo custos de oportunidade para ambos os combustíveis em um mesmo mês ou período simultaneamente.

Nota-se que, no período recente, uma maior quantidade de estados incorreu em custo de oportunidade devido ao consumo de EHC desfavorável, o que contribuiu para elevar o custo nacional a valores médios superiores aos praticados na maioria dos meses entre 2005 e 2008. O custo estadual superior pode ser explicado parcialmente pelo aumento da frota de veículos e comerciais leves *flexfuel*. Porém, há indícios de que o fator preponderante sobre o custo de oportunidade seja o próprio comportamento do consumidor em relação à elevação do preço relativo do EHC e sua consequente perda de competitividade em relação à gasolina.

A Tabela 2-3 resume, para cada UF, o custo de oportunidade, em reais, incorrido e a frota média de veículos<sup>43</sup>, em cada um dos períodos de quatro anos. Os dados indicam que o custo de oportunidade por veículo se elevou em 25 das 27 unidades federativas brasileiras, sugerindo que, além da elevação da frota de veículos, o comportamento do consumidor também explica o incremento verificado para o custo de oportunidade do etanol ( $CO_e$ ).

---

<sup>43</sup> A frota média estadual corresponde à média aritmética da frota média anual de cada estado, levando em conta os anos compreendidos no período de análise

Tabela 2-3: Custo de oportunidade de EHC (CO<sub>e</sub>) por veículo e por UF

UF	2005 – 2008 (1)			2009 – 2012 (2)			(2) - (1)
	CO <sub>e</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>e</sub> /veíc.	CO <sub>e</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>e</sub> /veíc.	
AC	2.033.165	33.498	60,7	8.531.624	53.395	159,78	99,09
AM	13.509.479	189.206	201,41	42.018.052	272.205	187,76	(13,65)
RO	4.829.288	97.001	49,79	20.397.074	163.466	124,78	74,99
RR	2.094.493	26.084	80,30	4.258.045	42.868	99,33	19,03
PA	25.952.541	241.620	107,41	42.335.783	363.536	116,46	9,04
AP	2.379.165	33.153	15,32	5.482.415	53.201	53,95	38,63
TO	1.609.539	87.504	18,39	5.898.547	123.545	47,74	29,35
SP	17.311.132	10.727.654	1,61	333.388.802	13.714.968	24,31	22,69
MG	109.167.997	2.970.641	36,75	285.179.049	4.094.330	69,65	32,90
RJ	30.026.570	2.598.504	11,56	282.753.713	3.292.803	85,87	74,31
ES	8.113.434	485.288	16,72	63.416.359	676.755	93,71	76,99
PR	27.496.267	2.406.023	11,43	131.596.808	3.188.629	41,27	29,84
SC	18.313.677	1.516.747	12,07	158.241.241	2.056.040	76,96	64,89
RS	76.380.948	2.411.372	31,68	179.720.111	3.077.403	58,40	26,72
MT	4.226.535	282.982	14,94	15.022.738	429.513	34,98	20,04
MS	5.047.312	337.854	14,94	39.628.593	468.818	84,53	69,59
GO	18.025.775	847.302	21,27	38.018.143	1.228.205	30,95	9,68
DF	28.780.068	718.301	40,07	50.372.416	951.045	52,97	12,90
MA	5.843.535	161.787	36,12	28.936.151	262.706	110,15	74,03
PI	17.735.392	127.531	139,07	22.046.810	196.181	112,38	(26,69)
CE	10.636.287	504.024	21,10	66.134.577	708.152	93,39	72,29
RN	8.756.953	242.557	36,10	42.072.388	350.320	120,10	83,99
PB	12.579.101	228.863	54,96	47.089.312	330.384	142,53	87,57
PE	9.737.959	649.701	14,99	89.919.998	890.861	100,94	85,95
AL	2.870.475	153.331	18,72	32.080.362	220.913	145,22	126,50
SE	11.999.482	150.549	79,71	20.888.469	214.783	97,25	17,55
BA	9.503.321	791.954	12,0	87.967.885	1.134.987	77,51	65,51
<b>TOTAL</b>	456.179.836	29.021.029	15,72	2.093.023.059	38.560.010	54,28	38,56

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015) e DENATRAN (2013)

No período 2005-2008, 80% do custo de oportunidade do EHC foi representado por 12 das 27 unidades federativas (vide Figura 2-8). Ou seja, 44,4% das UFs representaram cerca de 80% do custo incorrido (81,5%), sendo elas os estados de Minas Gerais (MG), Rio Grande do Sul (RS), Rio de Janeiro (RJ), o Distrito Federal (DF), Paraná (PR), Pará (PA), Santa Catarina (SC), Goiás (GO), Piauí (PI), São Paulo (SP), Amazonas (AM) e Paraíba (PB).



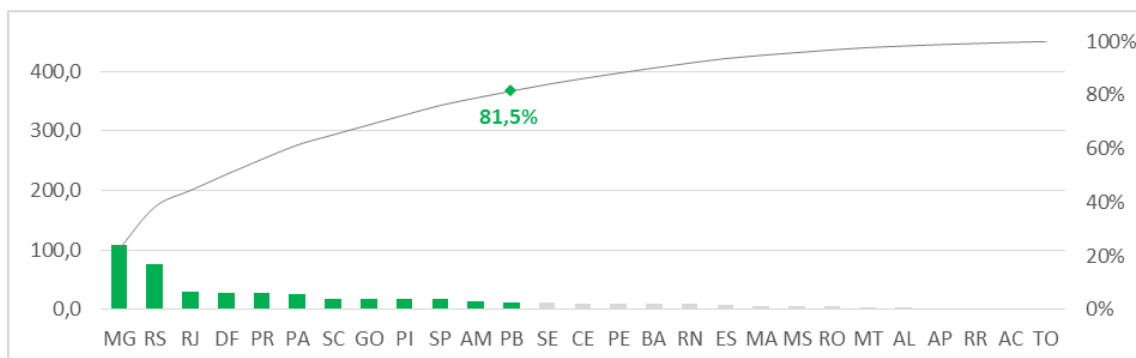


Figura 2-8: CO de EHC das UF's (2005-2008) em milhões de reais

Fonte: Elaboração própria

Já no período 2009-2012, 80% do custo de oportunidade foi representado por 11 das 27 unidades federativas (vide Figura 2-9). A concentração do CO aumentou, fazendo com que 40,7% das UF's representassem cerca de 80% do custo incorrido (80,7%), sendo elas os estados de São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), Paraná (PR), Pernambuco (PE), Bahia (BA), Ceará (CE), Espírito Santo (ES) e o Distrito Federal (DF).

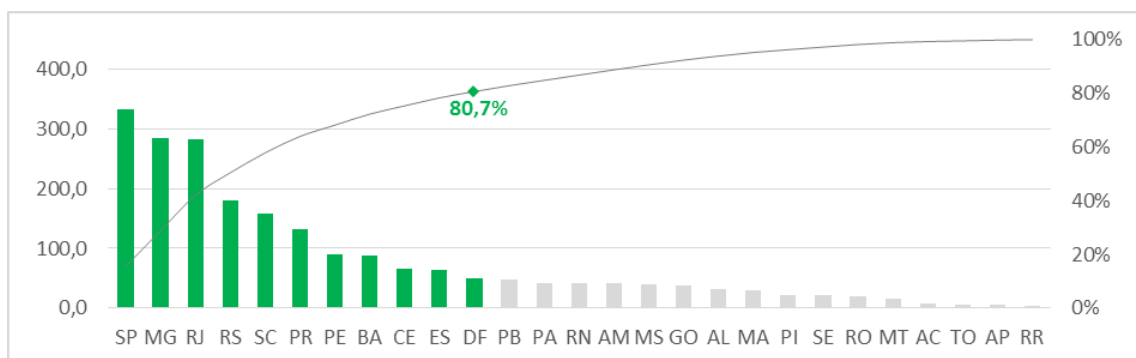


Figura 2-9: CO de EHC das UF's (2009-2012) em milhões de reais

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 2-4 aborda os mesmos dados para a gasolina C, utilizando a mesma frota média de veículos leves aplicada à Tabela 2-3. Nota-se inicialmente que o custo de oportunidade se reduziu entre os períodos cerca de dois terços. Adicionalmente, verifica-se também que o custo de oportunidade de gasolina C por veículo se reduziu em 24 das 27 unidades federativas, elevando-se em apenas uma UF, influenciado pelo aumento do preço relativo do etanol no segundo período.

Tabela 2-4: Custo de oportunidade de gasolina C (CO<sub>g</sub>) por veículo e por UF

UF	2005 – 2008 (1)			2009 – 2012 (2)			(2) – (1)
	CO <sub>g</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>g</sub> /veíc.	CO <sub>g</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>g</sub> /veíc.	
AC	1.348.000	33.498	40,24	-	53.395	-	(40,24)
AM	33.210.402	189.206	201,41	6.136.605	272.205	27,42	(152,98)
RO	32.709.518	97.001	337,21	9.229.757	163.466	56,46	(280,75)
RR	193.700	26.084	7,43	-	42.868	-	(7,43)
PA	-	241.620	-	-	363.536	-	-
AP	-	33.153	-	-	53.201	-	-
TO	140.350.132	87.504	1.603,92	87.884.810	123.545	711,36	(892,56)
SP	20.328.235.381	10.727.654	1.894,94	7.530.322.862	13.714.968	549,06	(1.345,88)
MG	953.186.981	2.970.641	320,87	358.198.598	4.094.330	87,49	(233,38)
RJ	878.865.023	2.598.504	338,22	345.008.928	3.292.803	104,78	(233,44)
ES	201.829.103	485.288	415,90	26.240.517	676.755	38,77	(377,12)
PR	2.889.820.884	2.406.023	1.201,08	1.191.918.063	3.188.629	373,80	(827,27)
SC	743.517.500	1.516.747	490,21	154.684.939	2.056.040	75,23	(414,97)
RS	493.244.957	2.411.372	204,55	158.636.175	3.077.403	51,55	(153,00)
MT	877.266.510	282.982	3.100,08	600.405.035	429.513	1.397,87	(1.702,21)
MS	335.009.564	337.854	991,58	131.866.274	468.818	281,27	(710,31)
GO	1.537.877.591	847.302	1.815,03	933.780.057	1.228.205	760,28	(1.054,75)
DF	251.295.451	718.301	349,85	58.791.432	951.045	61,82	(288,03)
MA	66.592.237	161.787	411,61	40.356.597	262.706	153,62	(257,99)
PI	361.944	127.531	2,84	-	196.181	-	(2,84)
CE	190.396.670	504.024	377,75	12.182.809	708.152	17,20	(360,55)
RN	120.570.622	242.557	497,08	2.155.196	350.320	6,15	(490,93)
PB	58.153.161	228.863	254,10	4.220.376	330.384	12,77	(241,32)
PE	541.325.476	649.701	833,19	145.818.731	890.861	163,68	(669,51)
AL	157.065.206	153.331	1.024,35	35.534.038	220.913	160,85	(863,50)
SE	-	150.549	-	10.006.331	214.783	46,59	46,59
BA	592.331.959	791.954	747,94	278.865.547	1.134.987	245,70	(502,24)
<b>TOTAL</b>	<b>31.424.758.178</b>	<b>29.021.029</b>	<b>1082,83</b>	<b>12.122.243.952</b>	<b>38.560.010</b>	<b>314,37</b>	<b>(768,45)</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015) e DENATRAN (2013)

Nota: os períodos identificados com traço representam valores de ordem de grandeza muito inferior e, portanto, são considerados nulos ou irrelevantes.

No período 2005-2008, 80% do custo de oportunidade da gasolina C foi representado por 4 das 27 unidades federativas (vide Figura 2-10). Ou seja, 14,8% das UFs representaram cerca de 80% do custo incorrido (81,8%), sendo elas os estados de São Paulo (SP), Paraná (PR), Goiás (GO) e Minas Gerais (MG).

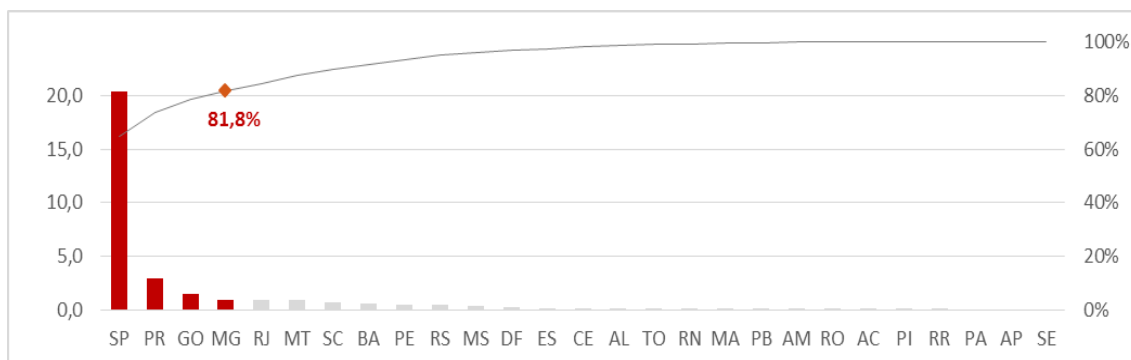


Figura 2-10: CO de gasolina C das UF's (2005-2008) em bilhões de reais

Fonte: Elaboração própria

Já no período 2009-2012, 80% do custo de oportunidade da gasolina C foi representado por 3 das 27 unidades federativas (vide Figura 2-11). A concentração aumentou, fazendo com que 11,1% das UF's representassem cerca de 80% do custo incorrido (79,7%), sendo elas os estados de São Paulo (SP), Paraná (PR) e Goiás (GO).

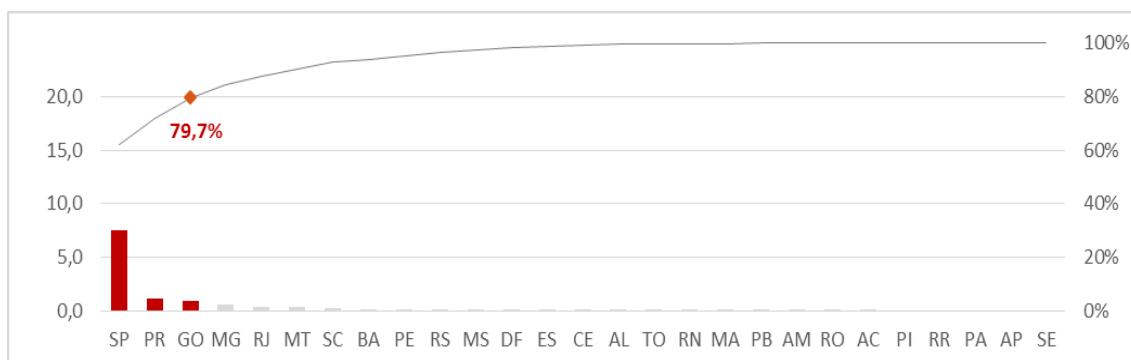


Figura 2-11: CO de gasolina C das UF's (2009-2012) em bilhões de reais

Fonte: Elaboração própria

Nota-se, pela Figura 2-12, que o preço relativo de etanol se elevou em praticamente todas as unidades federativas, com exceção de Pará (PA) e Amapá (AP), onde tradicionalmente a gasolina sempre foi competitiva, devido ao alto preço de revenda de etanol. Entre 2005 e 2008, 16 UF's apresentaram  $P_e/P_g < 0,7$ ; enquanto que, entre 2009 e 2012, apenas 5 UF's mantiveram essa relação, a saber: Tocantins (TO), São Paulo (SP), Paraná (PR), Mato Grosso (MT) e Goiás (GO). Dentre os estados ainda competitivos, aqueles melhor posicionados, em função do preço relativo, são produtores líquidos de cana-de-açúcar e pertencem à região Centro-Sul (CS).

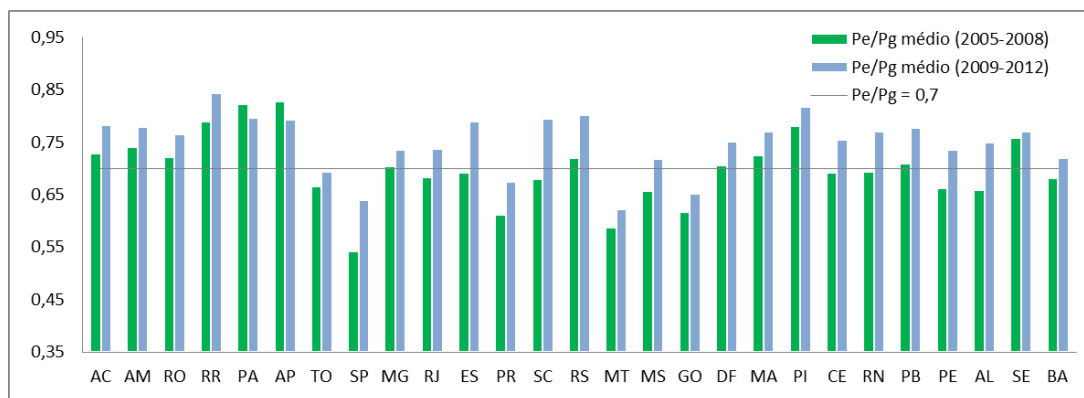


Figura 2-12: Razão  $P_e/P_g$  média nas UFs (2005-2008 e 2009-2012)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ANP (2015)

A síntese dos resultados encontra-se na Tabela 2-5 (etanol) e na Tabela 2-6 (gasolina), onde os dados de custo, frota média e custo por veículo estão agregados por região brasileira e grande região (NN e CS). Inicialmente, é interessante notar a presença de um fator estrutural, o aumento do valor de “ $CO_e$ /veículo” em praticamente todas as regiões do Brasil (exceção à região Centro-Oeste), concomitantemente à redução do valor de “ $CO_g$ /veículo”, em todo o país. A diferenciação entre as regiões e grandes regiões se dá pela intensidade da redução ou aumento do indicador “ $CO$ /veículo”, caracterizado por aspectos como consumo de combustível (em volume), tamanho da frota de veículos e paridade de preços ( $P_e/P_g$ ) em cada região.

Tabela 2-5: Custo de oportunidade de EHC ( $CO_e$ ) por veículo em cada região

REGIÃO	2005 – 2008 (1)			2009 – 2012 (2)			(2) – (1)
	$CO_e$ (R\$)	Frota	$CO_e$ /veíc.	$CO_e$ (R\$)	Frota	$CO_e$ /veíc.	
N	52.407.670	708.066	74,02	128.921.540	1.072.216	120,24	46,22
NE	89.662.505	3.010.297	29,79	437.135.952	4.309.287	101,44	71,66
<b>NN</b>	<b>142.070.175</b>	<b>3.178.363</b>	<b>38,21</b>	<b>566.057.492</b>	<b>5.381.503</b>	<b>105,19</b>	<b>66,98</b>
SE	164.619.133	16.782.087	9,81	964.737.923	21.778.856	44,30	34,49
S	122.190.892	6.334.142	19,29	469.558.160	8.322.072	56,42	37,13
CO	56.079.690	2.186.439	25,65	143.041.890	3.077.581	46,48	20,83
<b>CS</b>	<b>342.889.715</b>	<b>25.302.668</b>	<b>13,55</b>	<b>1.577.337.973</b>	<b>33.178.509</b>	<b>47,54</b>	<b>33,99</b>
<b>BRASIL</b>	<b>484.959.890</b>	<b>29.031.021</b>	<b>16,71</b>	<b>2.143.395.465</b>	<b>38.560.012</b>	<b>55,59</b>	<b>38,88</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

O custo de oportunidade de EHC na região Norte-Nordeste aumentou 298,4% entre os períodos, com maior influência do aumento na região Nordeste (387,5%) e menor influência do aumento na região Norte (146,0%). O aumento da frota na região Norte (51,4%) foi mais expressivo do que na região Nordeste (43,2%), ocasionando um

aumento do CO<sub>e</sub>/veículo menor no Norte do que no Nordeste. A combinação destes efeitos representou um aumento do CO<sub>e</sub>/veículo para a grande região NN, intermediário entre Norte e Nordeste.

O custo de oportunidade de EHC na região Centro-Sul aumentou 360% entre os períodos, com maior influência do aumento na região Sudeste (486%) e menor influência do aumento na região Centro-Oeste (155,1%). O aumento da frota na região Centro-Oeste (40,8%) foi mais expressivo do que nas regiões Sudeste (29,8%) e Sul (31,4%), ocasionando uma redução de CO<sub>e</sub>/veículo no Centro-Oeste, simultâneo ao aumento no Sul (192,5%) e Sudeste (351,6%). A combinação destes efeitos representou um aumento de CO<sub>e</sub>/veículo no Centro-Sul, intermediário entre as suas regiões constituintes (Sudeste, Sul e Centro-Oeste).

Tabela 2-6: Custo de oportunidade de gasolina C (CO<sub>g</sub>) por veículo e por região

REGIÃO	2005 – 2008 (1)			2009 – 2012 (2)			(2) – (1)
	CO <sub>g</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>g</sub> /veíc.	CO <sub>g</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>g</sub> /veíc.	
N	207.811.884	708.065	293,49	103.251.386	1.072.216	96,30	(197,20)
NE	1.726.797.343	3.010.296	573,63	529.139.681	4.309.287	122,79	(450,84)
<b>NN</b>	<b>1.934.609.228</b>	<b>3.718.361</b>	<b>520,29</b>	<b>632.391.067</b>	<b>5.381.502</b>	<b>117,51</b>	<b>(402,77)</b>
SE	22.362.116.490	16.782.087	1.332,50	8.259.770.908	21.778.855	379,26	(953,24)
S	4.126.583.343	6.334.142	651,48	1.505.239.179	8.322.071	180,87	(470,61)
CO	3.001.449.117	2.186.439	1.372,86	1.724.842.799	3.077.581	560,45	(812,30)
<b>CS</b>	<b>29.490.148.951</b>	<b>25.302.667</b>	<b>1.165,50</b>	<b>11.489.852.886</b>	<b>33.178.507</b>	<b>346,30</b>	<b>(819,19)</b>
<b>BRASIL</b>	<b>31.424.758.178</b>	<b>29.021.029</b>	<b>1.082,83</b>	<b>12.122.243.953</b>	<b>38.560.010</b>	<b>314,37</b>	<b>(768,45)</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

O custo de oportunidade de gasolina C na região Norte-Nordeste reduziu-se 67,3% entre os períodos, com maior influência da redução na região Nordeste (-69,4%) e menor influência da redução na região Norte (-50,3%). O aumento da frota na região Norte (51,4%) foi mais expressivo do que na região Nordeste (43,2%), ocasionando uma redução de CO<sub>g</sub>/veículo menor no Norte do que no Nordeste. A combinação destes efeitos representou uma redução do CO<sub>e</sub>/veículo no Norte-Nordeste, intermediária entre as reduções de suas regiões constituintes, no valor de 77,4%.

O custo de oportunidade da gasolina C na região Centro-Sul reduziu-se 61,0% entre os períodos, com maior influência da redução nas regiões Sul (-63,5%) e Sudeste (-63,1%), menor influência da redução na região Centro-Oeste (-42,5%). O aumento da frota na

região Centro-Oeste (40,8%) foi mais expressivo do que nas regiões Sudeste (29,8%) e Sul (31,4%), ocasionando uma redução de CO<sub>g</sub>/veículo no Centro-Oeste de 59,2%; inferior à redução ocorrida no Sul (-72,2%) e Sudeste (-71,5%). A combinação destes efeitos representou uma redução de 70,3% do CO<sub>g</sub>/veículo para o Centro-Sul, valor intermediário àquele apresentado no Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

Em relação ao mercado de gasolina C, embora o CO<sub>g</sub> tenha se reduzido fortemente em ambas as regiões CS e NN, o indicador ganhou maior participação na região Centro-Sul. No mercado de etanol hidratado, o CO<sub>e</sub> apresentou trajetória inversa e se elevou em ambas as regiões CS e NN, mantendo a mesma tendência de aumento de participação da gasolina no Centro-Sul do país. Entre 2005 e 2008, a distribuição do CO<sub>g</sub> nacional, entre as regiões NN e CS, era 6,2% e 93,8%, respectivamente; enquanto que entre 2009 e 2012 os valores passaram a 5,2% e 94,8%. Já o CO<sub>e</sub> ficou distribuído entre 29,3% no NN e 70,7% no CS, no primeiro período, passando a 26,4% no NN e 73,6% no CS, no segundo período. A Tabela 2-7 resume tais resultados.

Tabela 2-7: Participação do CO do NN e CS no CO nacional (%)

Região	2005-2008		2009-2012	
	CO <sub>e</sub>	CO <sub>g</sub>	CO <sub>e</sub>	CO <sub>g</sub>
NN	29,3	6,2	26,4	5,2
CS	70,7	93,8	73,6	94,8
BRASIL	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

Nota-se pela Tabela 2-8 que, em função da frota de veículos superior, o Centro-Sul (cerca de 30 milhões de veículos) concentra, majoritariamente, o custo de oportunidade, de ambos os combustíveis, em relação ao Norte-Nordeste (cerca de 4,5 milhões de veículos), além de apresentar aumento da participação de CO<sub>e</sub> e CO<sub>g</sub> da região em relação ao total nacional.

A análise das informações inter-regionais identifica como se comportaram as regiões brasileiras em relação ao total ocorrido no país e em cada grande região, de acordo com a abrangência geopolítica aplicada até então – Norte-Nordeste (NN) e Centro-Sul (CS). A contribuição de cada uma das regiões pertencentes ao NN e CS pode ser avaliada individualmente pelo resumo apresentado na Tabela 2-8, que retrata o peso de cada região no custo de oportunidade dos combustíveis no NN e CS.

Tabela 2-8: Peso do CO<sub>e</sub> e CO<sub>g</sub> das regiões no NN e CS (%)

Regiões do NN	2005-2008		2009-2012	
	CO <sub>e</sub>	CO <sub>g</sub>	CO <sub>e</sub>	CO
N	36,9	10,7	22,8	16,3
NE	63,1	89,3	77,2	83,7

Regiões do CS	2005-2008		2009-2012	
	CO <sub>e</sub>	CO <sub>g</sub>	CO <sub>e</sub>	CO <sub>g</sub>
SE	48,0	75,8	61,2	71,9
S	35,6	14,0	29,8	13,1
CO	16,4	10,2	9,1	15,0

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

Nota: observe que o peso do custo de oportunidade de cada combustível nas regiões N e NE é calculado com base nos custos de oportunidade totais (etanol e gasolina) incorridos no Norte-Nordeste (NN), enquanto que para as regiões SE, S e CO, são os custos de oportunidade totais (etanol e gasolina) incorridos no Centro-Sul (CS).

Adicionalmente, pela Tabela 2-9, nota-se que a região predominante para a ocorrência de custo de oportunidade no NN é a região Nordeste, visto que concentra cerca de 80% da frota circulante de veículos leves nesta porção do país. No Centro-Sul, a região que determina o custo de oportunidade é a Sudeste, com aproximadamente 65% da frota. Do ponto de vista intrarregional, a repartição do custo de oportunidade, entre etanol e gasolina, se deu conforme apresentado na Tabela 2-9.

Tabela 2-9: Proporção entre CO<sub>e</sub> e CO<sub>g</sub> nas regiões, grandes regiões e no país (%)

Região	2005-2008		2009-2012	
	CO <sub>e</sub>	CO <sub>g</sub>	CO <sub>e</sub>	CO <sub>g</sub>
N	20,1	79,9	55,5	44,5
NE	4,9	95,1	45,2	54,8
<b>NN</b>	<b>6,8</b>	<b>93,2</b>	<b>47,2</b>	<b>52,8</b>
SE	0,7	99,3	10,5	89,5
S	2,9	97,1	23,8	76,2
CO	1,8	98,2	7,7	92,3
<b>CS</b>	<b>1,1</b>	<b>98,9</b>	<b>12,1</b>	<b>87,9</b>
<b>BRASIL</b>	<b>1,5</b>	<b>98,5</b>	<b>15,0</b>	<b>85,0</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

Nota-se que, proporcionalmente, o etanol hidratado tornou-se mais representativo nos custos incorridos em todas as regiões brasileiras, enquanto que a gasolina reduziu a sua participação no custo de oportunidade total. A causa primária para o aumento

proporcional do  $CO_e$  reside na evolução do preço relativo médio de etanol no país, o qual demonstrou desvantagem ao biocombustível entre os anos 2009 e 2012, conforme contextualizado no item 2.1. A causa secundária envolve a característica alocativa<sup>44</sup> do consumo de combustível, associado à ocorrência do preço relativo de etanol nas unidades federativas, o que caracteriza a trajetória de evolução do custo de oportunidade de cada uma das regiões e proporciona a diferenciação entre elas.

É importante lembrar que a ocorrência do custo de oportunidade é fruto da combinação entre consumo de combustível e preço relativo de etanol ( $P_e/P_g$ ). O consumo de combustível, por sua vez, é devido ao volume da frota circulante e à intensidade do consumo (avaliada como consumo por veículo). Portanto, a comparação direta entre custo e consumo, ou custo e frota, não assegura um grau de explicação suficiente para o custo de oportunidade. Para tal, uma alternativa poderia ser a incorporação de variáveis adicionais como “intensidade do consumo” ou “preço relativo” (*dummy*<sup>45</sup>), o que permitiria incorporar maior grau de explicação ao custo de oportunidade.

Levando-se em conta que a relação direta entre as variáveis denotadas até então não caracteriza completamente o comportamento do custo de oportunidade, optou-se pela razão entre “custo de oportunidade por veículo” (R\$/veículo) e “consumo por veículo” (L/veículo) para composição de um indicador expresso em reais por litro (R\$/L), denominado “custo de oportunidade específico”. A métrica representa o valor médio incorrido pelo consumidor a cada litro de gasolina ou etanol consumido, sinalizando o suposto “desperdício econômico” por unidade de volume de combustível adquirido.

A Figura 2-13 e a Figura 2-14 sintetizam os indicadores utilizados para ilustração do consumo de combustíveis e o seu respectivo custo de oportunidade associado. Em cada

---

<sup>44</sup> A característica alocativa apresentada refere-se à dinâmica de composição do custo de oportunidade nas unidades federativas. De fato, o aumento do preço médio nacional de etanol reflete, em média, um aumento do custo de oportunidade deste combustível *à priori*, desconsiderando-se eventuais razões que induzam à mudança de comportamento do consumidor e proporcionem alterações de suas preferências no longo prazo. Entretanto, a intensificação ou redução do custo incorrido depende de como se dá a ocorrência do consumo em função do preço dos combustíveis no instante da aquisição, ou seja, trata-se de um problema de alocação do consumo no tempo, de forma que regiões que possuem maior quantidade de aquisições de etanol ou gasolina, em momentos economicamente desfavoráveis a estes combustíveis, incorrem em maiores custos de oportunidade, seja para o etanol ou para a gasolina. Por outro lado, regiões que possuem menor quantidade de aquisições, sob tais condições, incorrem em custo inferior.

<sup>45</sup> Segundo GUJARATI (2006), variáveis do tipo *dummy* são variáveis de categoria, qualitativas ou binárias, sendo essencialmente variáveis nominais. Especificamente no caso supracitado, as variáveis binárias indicariam dois estados para a variável quantitativa “preço relativo”, a saber,  $D = 0$ , se  $P_e/P_g < 0,7$  e  $D = 1$ , se  $P_e/P_g > 0,7$ , identificando se há ( $D = 1$ ) ou não há ( $D = 0$ ) custo de oportunidade.



uma das figuras, são abordados os períodos 2005-2008 e 2009-2012, diferenciados pela cor das colunas. Os dois gráficos da parte superior representam, à esquerda, a representatividade (volume percentual) de cada combustível no consumo total das unidades federativas; à direita, o custo de oportunidade por litro de combustível, expresso em reais por litro (R\$/L) – custo de oportunidade específico.

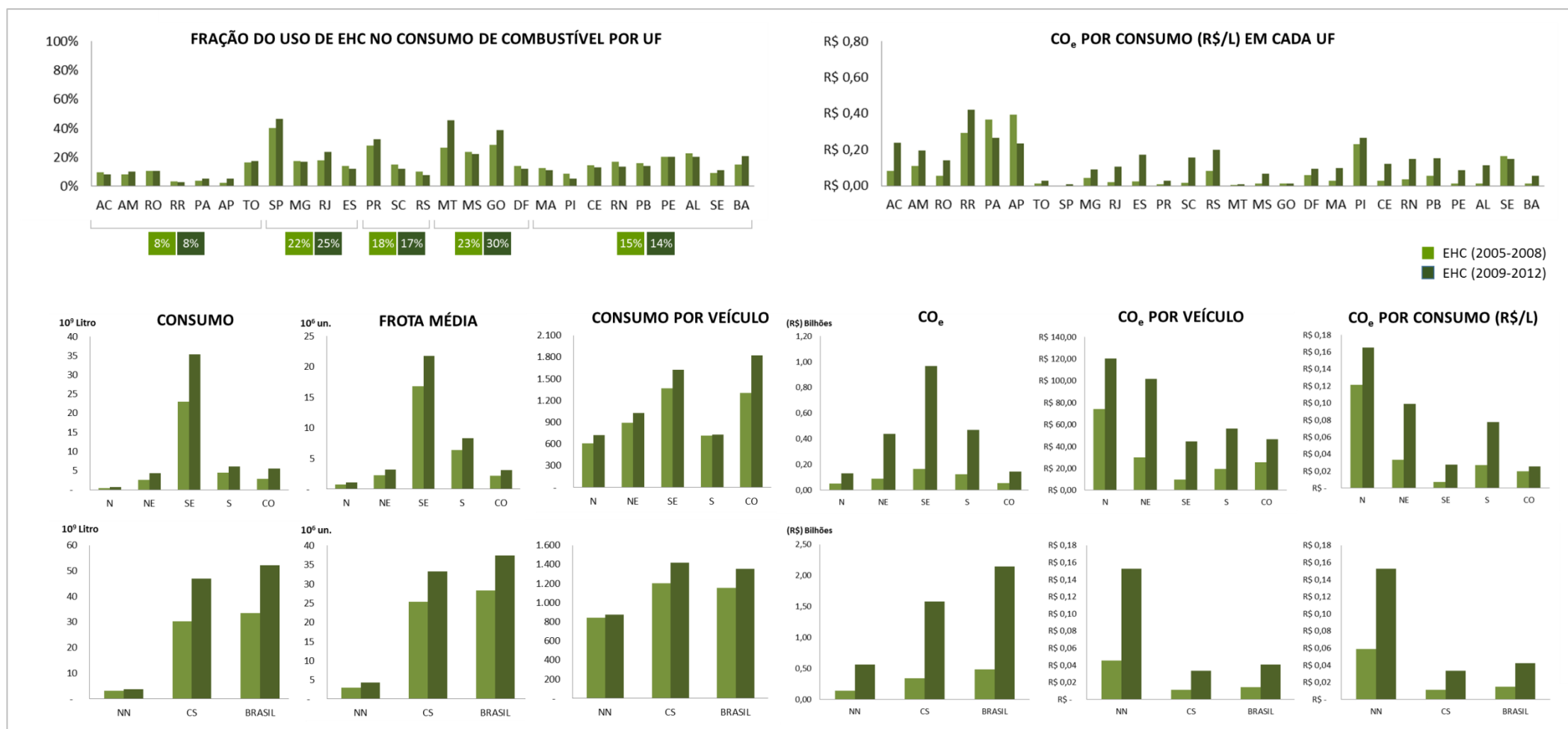


Figura 2-13: Painel de indicadores do consumo regional de EHC.

Fonte: Elaboração própria



Figura 2-14: Painel de indicadores do consumo regional de gasolina C.

Fonte: Elaboração própria



Figura 2-15: Pannel de indicadores do consumo regional de combustíveis.

Fonte: Elaboração própria

O aumento do consumo de combustíveis líquidos segue, em grande medida, a trajetória de expansão da frota de veículos, tornando as tendências de crescimento semelhantes entre gasolina e álcool, conforme identificado nos gráficos de consumo e frota de ambos os combustíveis. O consumo individual por veículo incorpora um grau de diferenciação entre as regiões, identificando que, na maioria delas, aumentou o consumo individual de etanol, enquanto que o consumo de gasolina se reduziu, aumentou pouco ou manteve-se constante.

A abordagem do mesmo indicador, sob a ótica dos grandes mercados – Centro-Sul (CS) e Norte-Nordeste (NN) –, identifica que o consumo individual de etanol aumentou no CS com maior intensidade do que no NN, gerando aumento líquido de consumo individual no Brasil. Por outro lado, a pequena redução do consumo individual de gasolina no CS, aliada ao aumento significativo do consumo no NN, acarretou pequeno aumento do consumo individual de gasolina na média nacional.

De acordo com a fração do uso dos combustíveis, presente nos painéis, a gasolina se destaca como principal combustível dos veículos leves do ciclo Otto em todas as unidades federativas do país (participação volumétrica superior a 50%), em todo o período de análise. Nota-se, entretanto, que a participação do etanol aumentou em alguns estados, sobretudo nos produtores de cana-de-açúcar, em função da facilitação do consumo de biocombustível, devido à flexibilidade tecnológica recém-chegada.

A maioria dos mercados estaduais apresentou comportamento semelhante em relação ao custo de oportunidade específico, ao longo dos períodos, com redução do  $CO_g$  (gasolina) e aumento do  $CO_e$  (etanol), entre os quadriênios 2005-2008 e 2009-2012. Tal tendência torna-se mais perceptível na abordagem das regiões e grandes regiões, visto que tanto a região CS (CO, S e SE) quanto a NN (N e NE) sofreram redução do  $CO_g$  e aumento do  $CO_e$ , em função do aumento da participação do álcool etílico na matriz de combustíveis automotivos do ciclo Otto (veículos leves).

Os indicadores  $CO_g/L$  e  $CO_e/L$  mostram, respectivamente, redução e aumento do custo médio de desperdício<sup>46</sup> de combustível, quando avaliados nas regiões e grandes regiões do país. Na região NN, o custo de desperdício por litro de etanol evolui de R\$ 0,05/L

---

<sup>46</sup> A denominação “desperdício” é utilizada de forma análoga a “custo de oportunidade”, pois se supõe que o resultado final dos processos de escolha, entre etanol e gasolina, que incorrem em perda econômica, são considerados desperdícios incorridos pelo consumidor.

para R\$ 0,15/L, gerando um aumento de custo  $\Delta CO_e/L = R\$ 0,10/L$ ; enquanto que o custo de desperdício por litro de gasolina varia de R\$ 0,10/L para R\$ 0,02/L, gerando redução de  $\Delta CO_g/L = R\$ -0,08/L$ . A região CS também apresenta mesma tendência de comportamento, elevando o custo do desperdício por litro do etanol de R\$ 0,01/L para R\$ 0,03/L, gerando aumento do custo de  $\Delta CO_e/L = R\$ 0,02/L$ . Em relação à gasolina, o custo do desperdício por litro altera-se bastante, ao variar de R\$ 0,38/L para R\$ 0,12/L, o que representa economia de  $\Delta CO_g/L = R\$ -0,26/L$ .

A análise regional mostra indícios de que o mercado de combustíveis no NN, em função de suas características particulares de preço e consumo, apresenta maior dificuldade de controlar o desperdício atribuído à escolha do combustível. De fato, a redução de oito centavos de Real por litro de gasolina ocorreu simultaneamente ao aumento de dez centavos de Real por litro de álcool, e só manteve  $\Delta(CO/L)_{TOTAL} < 0$  devido à superioridade do volume de comercialização da gasolina em relação ao volume do álcool (vide gráfico “CO por Consumo (R\$/L)” na Figura 2-15).

A região CS apresentou maior capacidade de controlar o desperdício atribuído à escolha do combustível por dois motivos, alto consumo de etanol hidratado em grande parte dos estados e preço relativo médio de EHC mais favorável<sup>47</sup> no CS do que no NN. A combinação dos efeitos gerou o aumento moderado de  $CO_e$  distribuído pelo consumo superior de biocombustível, quando comparado à região NN, reduzindo  $(CO/L)_{CS}$ .

A gasolina C possui maior representatividade no consumo de combustíveis do ciclo Otto, de modo que a dinâmica do seu consumo influencia o comportamento do indicador  $CO/L$  dos combustíveis. De fato, a redução do custo médio do desperdício (custo de oportunidade específico) com combustíveis do ciclo Otto é reflexo do aumento de preços do etanol, conforme discutido no início do Capítulo 2. O aumento do valor médio de  $P_e/P_g$  tende a tornar a gasolina mais vantajosa. Considerando que o consumo de gasolina é, aproximadamente, cinco vezes o consumo de etanol, na média nacional<sup>48</sup>, a queda expressiva de  $CO_g$  reflete o mesmo efeito sobre o custo de oportunidade total

<sup>47</sup> A paridade de preços mais favorável no CS do que no NN refere-se a  $\Delta(P_e/P_g)$  e  $E(P_e/P_g) \sim 0,7$ , aliado à menor frequência de meses onde  $P_e/P_g > 0,7$  (vide Figura 2-5), contribuindo para alto nível de consumo relativo de EHC (24,5% no CS contra 11,8% no NN em 2009-2012) com baixo custo de oportunidade associado, visto que  $(\Delta CO/\Delta Consumo)_{CS} < (\Delta CO/\Delta Consumo)_{NN}$  entre o primeiro e segundo quadrimestre.

<sup>48</sup> A proporção verificada na média nacional se desdobra em proporções distintas entre as regiões e grandes regiões brasileiras, variando entre o NN e o CS, de 3 a 7,5 vezes, respectivamente.

$(CO_g + CO_e)$  e o custo de oportunidade específico total  $(CO/L)^{49}$ . A Figura 2-15 identifica este efeito nos gráficos “CO  $(CO_g + CO_e)$ ” e “CO por Consumo (R\$/L)”.

É importante destacar que o cálculo preliminar realizado considerou todos os tipos de veículos, o que envolve tecnologias automotivas que são exclusivamente dedicadas à gasolina C (veículos movidos a gasolina) ou a EHC (veículos movidos a álcool). Tal abordagem traz imprecisão às conclusões sobre o padrão de consumo, visto que nem todos os veículos leves considerados possuem flexibilidade de escolha entre os combustíveis.

O procedimento para a correção desta análise passa inicialmente pelo expurgo dos veículos monocombustíveis da frota de veículos leves considerada até então. Adicionalmente, devem-se eliminar os respectivos volumes de combustível dos veículos a álcool e à gasolina expurgados, a partir de estimativas obtidas por meio de um modelo de frota associado a algum critério de rateio entre as unidades federativas brasileiras.

Entretanto, o que se buscou *a priori* no Capítulo 2 é alguma sinalização da ocorrência de custo de oportunidade por meio de uma métrica que concorde com o contexto geopolítico do consumo de combustíveis nas unidades federativas, regiões e grandes regiões do país. As fragilidades e sugestões para o aprimoramento da análise serão contempladas na proposta metodológica, apresentada no Capítulo 3.

---

<sup>49</sup>  $CO/L$  representa o custo de oportunidade específico total ou CO por consumo, denotado por  $\frac{CO_g + CO_e}{L_g + L_e}$ .

### 3. MODELAGEM DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

A economia é composta por diversas correntes de pensamento, dentre elas os clássicos, os marxistas, os neoclássicos e os humanistas, entre outras que possuem ideias divergentes sobre a teoria econômica (CARSALADE, 2012). A predominância da abordagem neoclássica no pensamento econômico atual traz consigo a fundamentação teórica da escolha racional dos indivíduos, onde estes buscam a maximização de sua utilidade, visando o seu bem-estar ao realizar análises do tipo custo-benefício. Entretanto, conforme mencionado no Capítulo 1, a utilidade do consumidor pode abranger diversos fatores. Adicionalmente, tais fatores motivadores podem ser distintos, ou possuir relevâncias distintas, em cada uma das funções de utilidade das opções apresentadas ao consumidor.

No caso específico da escolha entre combustíveis líquidos para o abastecimento dos veículos *flexfuel*, a hipótese da substituição perfeita entre EHC e Gasolina C mostra indícios de fragilidade, conforme identificado na literatura em ANDERSON (2012) e SALVO & HUSE (2013), e explicitado brevemente nesta dissertação até então. Este capítulo apresenta, portanto, uma proposta de abordagem metodológica para a avaliação do padrão de consumo de EHC nos veículos *flexfuel* brasileiros, motivada nas evidências enunciadas ao longo dos dois capítulos anteriores.

Os resultados preliminares apresentados no Capítulo 2 identificam, sob a hipótese da substituição perfeita entre EHC e gasolina C, a ocorrência de custos de oportunidade (preço-sombra<sup>50</sup>) oriundos da aquisição de combustível acima do preço de paridade em relação ao seu respectivo substituto, no caso do EHC, a gasolina C, e vice-versa. PACINI & SILVEIRA (2011) adotam a hipótese de falta de atenção, por parte do consumidor, no momento do abastecimento, como a causa exclusiva da existência do custo de oportunidade do etanol, o que funciona analogamente para a gasolina C. A Figura 3-1 mostra a evolução dos custos de oportunidade da gasolina C e do etanol hidratado em todo o território nacional, acompanhados do preço relativo do etanol entre janeiro de 2005 e dezembro de 2012.

---

<sup>50</sup> Em economia, o preço sombra é o custo de oportunidade de uma determinada atividade, podendo ser considerado o verdadeiro preço econômico.



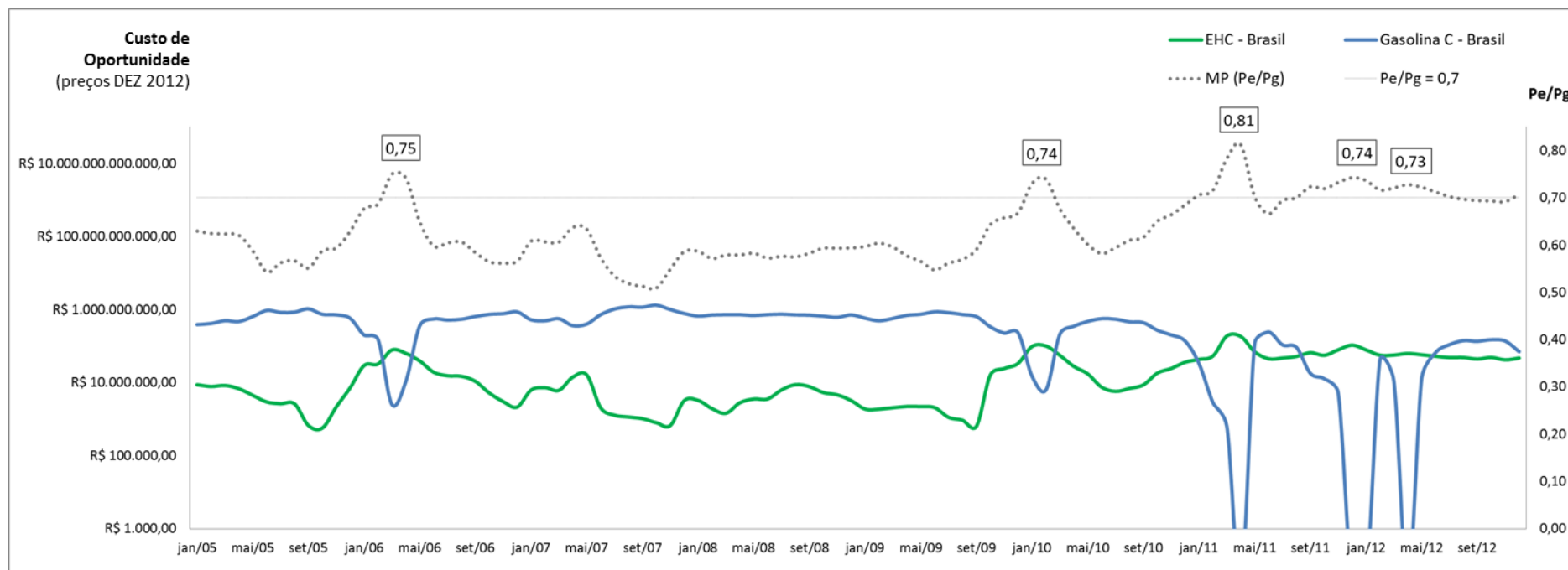


Figura 3-1: Perda econômica da gasolina C e do EHC vs. preço relativo ( $P_e/P_g$ )

Fonte: Elaboração própria

A evolução dos custos de oportunidade do EHC ( $CO_e$ ) e da gasolina C ( $CO_g$ ) não aparenta refletir apenas o descuido do consumidor brasileiro, pois  $CO_e$  aumenta repetidamente em períodos de aumento do preço relativo ( $P_e/P_g$ ) e, conseqüentemente,  $CO_g$  sofre quedas acentuadas (1º. semestre de 2006 e 1º. trimestre de 2010), ou abruptas (períodos de janeiro a maio de 2011, e setembro de 2011 a maio de 2012).

O custo de oportunidade avaliado no Capítulo 2, pode ser parcialmente originado do descuido do consumidor, conforme a conjectura literária (PACINI & SILVEIRA, 2011); todavia, a parcela restante pode ser originada de fatores intangíveis e de difícil mensuração, que descrevem a preferência do consumidor pelo biocombustível ou pela gasolina, ou seja, a sua utilidade. Segundo uma pesquisa de opinião realizada, apenas 4,0% dos consumidores brasileiros optam pelo biocombustível devido à percepção do benefício ambiental em relação à gasolina (EPE, 2013).

Partindo-se da análise de valores agregados para o Brasil - mesmo desconsiderando *a priori* o comportamento individual dos estados e suas particularidades quanto ao nível de consumo e preço relativo – a proposta de abordagem consiste na tentativa de descrever o dispêndio adicional com biocombustível com maior grau de detalhamento a partir do comportamento do consumo. Para tal, pretende-se realizar a modelagem da frota de veículos leves, com o objetivo de identificar uma estimativa para o consumo de álcool e gasolina pelos veículos flexíveis.

O etanol hidratado carburante (EHC) pode ser utilizado nos veículos leves com motores dedicados a álcool e nos veículos *flexfuel*. De forma semelhante, a gasolina C pode ser utilizada nos veículos leves com motores dedicados à gasolina e nos veículos *flexfuel*. Desse modo, ao analisar dados agregados de consumo de combustível, não é possível identificar as frações de EHC e gasolina C utilizadas exclusivamente nos veículos *flexfuel*, pois parte da frota de veículos é dedicada a álcool e a gasolina.

Os resultados preliminares do custo de oportunidade de gasolina C ( $CO_g$ ) e EHC ( $CO_e$ ) apresentados no Capítulo 2 basearam-se em dados oficiais agregados (ANP, 2015); portanto, não permitiram discernir as parcelas dos combustíveis utilizadas por cada tipo de tecnologia veicular. Embora o número de veículos *flexfuel* licenciados em dezembro de 2012 represente 88,4% do total de licenciamentos de veículos leves no país, a sua participação estimada na frota de veículos desta categoria é cerca de 51% (MME, 2013).

Portanto, parte não negligenciável da frota de veículos leves está distribuída entre veículos dedicados a álcool e veículos dedicados a gasolina, o que afeta a consistência do resultado apresentado anteriormente no Capítulo 2.

A alternativa proposta para o refinamento do cálculo do custo de oportunidade consiste na modelagem do consumo de combustíveis da frota de veículos leves, no intuito de identificar o consumo de EHC e de gasolina C atribuídos exclusivamente aos veículos *flexfuel*. Para tal foi desenvolvida uma modelagem ascendente (*bottom-up*) que permite separar os veículos leves pelo tipo de combustível, identificar o consumo dos veículos monocombustíveis para, em seguida, expurgá-los do consumo total de combustíveis informado pelos oficiais da ANP<sup>51</sup>.

### 3.1. Aspectos básicos sobre modelagem energética

Os modelos de planejamento energético podem ser classificados basicamente em modelos de demanda, modelos de oferta e modelos integrados demanda-oferta (ARAÚJO, 1998). Modelos de projeção de demanda dividem-se, segundo a sua abordagem, em modelos ascendentes (*bottom-up*) e modelos descendentes (*top-down*). A abordagem *top-down* realiza projeções de demanda de energia baseadas em variáveis econômicas explanatórias, tornando-se mais adequada ao curto e médio prazo devido à possibilidade de ocorrência de rupturas tecnológicas no futuro (BARTOLO, 2012). A abordagem ascendente é baseada nos modelos de demanda técnico-econômicos ou paramétricos, os quais visam acompanhar as rupturas tecnológicas do cenário mundial, trazendo uma solução alternativa aos modelos descendentes.

Enquanto modelos *top-down* não necessariamente levam em conta a estrutura tecnológica e o uso final da energia, modelos *bottom-up* possuem o objetivo principal de criar uma descrição quantitativa da estrutura tecnológica de conversão e uso da energia (PEREIRA, 2008) a partir de dados tecnológicos do próprio sistema energético, identificando os potenciais tecnológicos e as limitações do mercado, que restringem a implementação de eficiência energética (SWISHER *et al.*, 1997).

---

<sup>51</sup> O consumo de etanol hidratado apurado no Brasil, segundo a ANP, compreende a utilização deste combustível por diversos tipos de veículos automotores. O cálculo da fração do consumo atribuído exclusivamente ao veículo *flexfuel* passa pelo dimensionamento do consumo de veículos automotores dedicados a EHC, ainda remanescentes na frota nacional, e a gasolina C.

Modelos *bottom-up* podem ser divididos em modelos de otimização, modelos de simulação e modelos paramétricos, também conhecidos como modelos contábeis (PEREIRA *et al.*, 2008) ou técnico-econômicos (BARTOLO, 2012). Os modelos de demanda paramétricos utilizam técnicas de decomposição para a projeção do consumo energético e consideram aspectos dinâmicos que envolvem um número maior de parâmetros e variáveis do que os modelos econométricos (descendentes ou *top-down*). Dentre as vantagens dessa abordagem destaca-se a maior adequação às projeções de longo prazo, que rompem com a tendência do passado, entretanto, como desvantagem, a complexidade e o elevado grau de desagregação destes modelos tornam difíceis tanto a obtenção de dados quanto a análise de efeitos intersetoriais.

Nesta dissertação, utiliza-se um modelo paramétrico ascendente (*bottom-up*) de elaboração própria, realizado em planilha eletrônica (Microsoft Excel®), no intuito de representar uma estimativa do consumo de EHC e gasolina C, pelos veículos dedicados a estes respectivos combustíveis. As considerações referentes à modelagem dividem-se em três grupos principais:

- (1) MODELO DE FROTA: modelagem que inclui os dados de licenciamentos de veículos leves do ciclo Otto e curvas de sucateamento aplicadas a esses veículos, gerando o estoque mensal de veículos monocombustíveis no país;
- (2) MODELO DE CONSUMO: modelagem que recebe o estoque mensal estimado, aplicando-lhe curvas de intensidade de uso e de consumo específico, gerando como resultado o consumo mensal pelos veículos monocombustíveis no país;
- (3) MODELO DE RATEIO: modelagem que estabelece métricas de repartição dos volumes estimados de EHC e Gasolina C entre as unidades federativas do país.

### **3.2. Licenciamento de veículos leves**

Os dados de licenciamentos de veículos leves por tipo de combustível constituem a primeira entrada do modelo de frota utilizado nesta dissertação. O passo seguinte é o sucateamento dos veículos licenciados, a fim de obter o estoque veicular em cada um dos 96 meses de análise entre 2005 e 2012, conforme será detalhado no item 3.3.

Os dados de licenciamento de veículos foram obtidos junto à Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), no intuito de compor toda a série de licenciamentos mensais de automóveis e veículos comerciais leves a álcool, à

gasolina e *flexfuel*, entre janeiro de 1957 e dezembro de 2012. As principais fontes de dados disponibilizadas foram: (i) Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2014 (ANFAVEA, 2014); (ii) Séries temporais de Licenciamentos (ANFAVEA, 2015a) e (iii) Estatísticas Anuais de Produção e Licenciamento de veículos (ANFAVEA, 2015b).

Os dados apresentados no anuário (i) trazem o total anual de licenciamentos de veículos, classificados por tipo de veículo e de combustível. Tais informações foram utilizadas para manter a consistência entre a distribuição mensal de licenciamentos, realizada a partir das fontes (ii) e (iii), e o total de licenciamentos anuais.

As séries temporais (ii) apresentam o total de licenciamentos mensais de automóveis e veículos comerciais leves, sem identificação do tipo de combustível empregado em seus motores. Tais dados foram utilizados para manter a consistência, em base mensal, entre este total de licenciamentos e os licenciamentos alocados a cada tipo de tecnologia veicular (EHC, gasolina C ou *flexfuel*), a partir de (iii).

As estatísticas anuais (iii) compreendem a informação mais significativa para o modelo, pois representam os licenciamentos mensais de automóveis e veículos comerciais leves por tipo de combustível, totalizando seis tipos de informação, a saber: licenciamentos de automóveis à gasolina, etanol e *flexfuel*, e de veículos comerciais leves à gasolina, etanol e *flexfuel*.

Algumas observações devem ser feitas, em função do formato de disponibilização destas estatísticas (iii) pela ANFAVEA. Entre os anos 1957 e 1999, os dados de vendas e licenciamentos são idênticos para os automóveis, e muito semelhantes para os veículos comerciais leves, sendo que a ANFAVEA disponibiliza dados de vendas para este tipo de veículo. Já os dados entre os anos 2000 e 2010 referem-se à venda de veículos, o que excede o número de licenciamentos. Portanto, a estimativa da distribuição mensal de licenciamentos entre 2000 e 2010 foi baseada na distribuição mensal das vendas, supondo um comportamento<sup>52</sup> aproximado entre as séries.

Entre os anos 2003 e 2004, não há dados mensais de licenciamento de veículos *flexfuel*, sendo necessário estima-los, a partir do anuário (i) e de fontes auxiliares, como o

---

<sup>52</sup> Supõe-se que o montante anual de veículos licenciados no país distribui-se entre os meses de forma análoga ao montante anual de veículos vendidos, embora haja diferença entre vendas e licenciamentos.

*Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis* (MME, 2013)<sup>53</sup>. O procedimento adotado para a estimativa foi a identificação da participação percentual do licenciamento de veículos *flexfuel* no total de licenciamentos, o que permitiu calcular, a partir de (ii), o quantitativo de veículos *flexfuel* licenciados a cada mês.

Entre os anos 2011 e 2012, os dados de licenciamentos mensais não distinguem os veículos entre automóveis e comerciais leves; portanto, foi assumido que a proporção entre os licenciamentos anuais das categorias – informação do anuário (i) – se mantém constante ao longo dos meses do ano.

O resultado final da consolidação das fontes de dados de licenciamentos mensais por tipo de combustível e categoria de veículo pode ser encontrada no ANEXO I desta dissertação. A Figura 3-2 identifica os resultados da verificação de consistência entre as fontes de dados (ii) e (iii); à direita, mostra a comparação mensal entre os licenciamentos de veículos (ANFAVEA, 2015a) e as estimativas elaboradas a partir das estatísticas anuais de produção (ANFAVEA, 2015b), desde o ano 2000. À esquerda, apresenta a correlação<sup>54</sup> destas séries separadas pelos períodos anuais supracitados e por tipo de veículo.

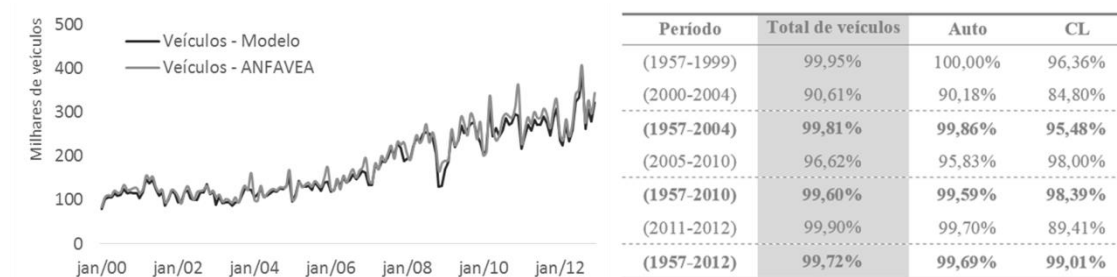


Figura 3-2: Consistência mensal entre as fontes (ii) e (iii)

Fonte: Elaboração própria com base em ANFAVEA (2015a; 2015b)

A Figura 3-3 identifica os resultados da segunda verificação de consistência dos dados entre as fontes (i) e (iii); à direita está representada, por período, a quantidade de veículos que diferem entre os dados do anuário (ANFAVEA, 2014) e das estimativas elaboradas a partir das estatísticas anuais de produção (ANFAVEA, 2015b).

<sup>53</sup> MME (2013) fornece o percentual de licenciamentos mensais de veículos *flexfuel* em relação ao total de licenciamentos de veículos leves (vide Figura 1-2).

<sup>54</sup> Foi utilizado o índice de correlação e Pearson, expresso por 
$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

À esquerda, a tabela detalha por tipo de veículo e de combustível quais foram as inconsistências no total de veículos, em função do erro das estimativas aplicadas.

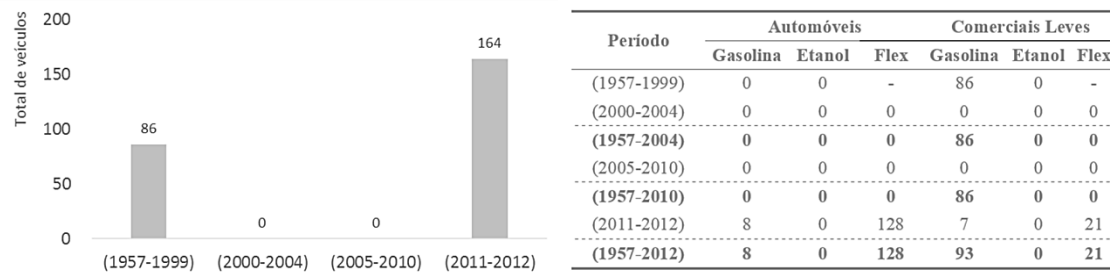


Figura 3-3: Consistência anual entre as fontes (i) e (iii)

Fonte: Elaboração própria com base em ANFAVEA (2014; 2015b)

Nota-se que os dados estimados a partir de ANFAVEA (2015b) apresentam consistência em ambas as verificações realizadas. Embora a série estimada não possa ser verificada com o nível de detalhamento ideal – licenciamentos mensais por tipo de veículo e de combustível – a verificação parcial da consistência em duas etapas foi a solução encontrada para calibrar a entrada de dados inicial do modelo de frota.

### 3.3. Estoque de veículos

O estoque de veículos por tipo de combustível representa o total líquido de veículos rodantes em determinado período de avaliação, ou seja, é o saldo entre o número de lançamentos (nascimentos) e sucateamentos (mortes) de veículos no referido intervalo de tempo. A contabilização do estoque de veículos se dá, portanto, utilizando os dados de licenciamento de veículos leves no Brasil, para o cômputo dos “nascimentos”, e a estimativa de taxa de “mortes”, representada pela curva de sucateamento de veículos.

#### 3.3.1. Curva de sucateamento de veículos

Os dados de frota circulante diferem da frota de licenciamentos acumulados de veículos novos, pois utilizam uma curva de sucateamento de frota (RODRIGUES, 2012) que determina a quantidade de veículos eliminados do mercado automotivo. A probabilidade de sucateamento de um veículo é função de diversos fatores, tais como preços de revenda, valor da sucata, custo de manutenção e necessidade de reparo (BORBA, 2008), sendo os dois últimos fatores geralmente crescentes em função da idade do veículo. Tendo em vista a complexidade de abordar tais parâmetros no modelo de demanda, a obtenção da frota mensal de veículos leves por tipo de combustível foi realizada por meio de uma curva de sucateamento aplicada ao histórico de licenciamentos de veículos

leves por tipo de motor (álcool, gasolina e flexível) e de categoria (automóveis e veículos comerciais leves) no mercado interno.

A curva de sucateamento utilizada foi baseada na função do tipo Gompertz, que indica a quantidade de veículos sucateados a cada ano em função da sua idade  $i$  e de parâmetros específicos  $a$  e  $b$  da própria função. A escolha da curva de sucateamento foi baseada na sua prévia utilização em estudos anteriores como MATTOS & CORREIA (1996), AZUAGA (2000), MEYER (2001), MENDES (2004), SCHAEFFER *et al.* (2004), MACHADO *et al.* (2006), BORBA (2008), MMA (2010) e RODRIGUES (2012).

$$S(i) = e^{(-e^{(a+bi)})} \text{ (Eq.3-1)}$$

Onde:

$S(i)$  é a fração de veículos sucateados, na idade  $i$ ;

$i$  é a idade do veículo em anos;

$a$  vale 1,798 para automóveis e 1,618 para comerciais leves do ciclo Otto;

$b$  vale - 0,137 para automóveis e - 0,141 para comerciais leves do ciclo Otto.

Alternativamente, pode-se aplicar a função de Gompertz de modo que o seu resultado final identifique a quantidade de veículos remanescentes do processo de sucateamento da seguinte forma:

$$Z(i) = 1 - e^{(-e^{(a+bi)})} \text{ (Eq.3-2)}$$

Onde  $Z(i)$  é a fração de veículos não sucateados até a idade  $i$  e os outros coeficientes correspondem aos mesmos parâmetros da formulação anterior. Os coeficientes  $a$  e  $b$  da função de Gompertz utilizados neste trabalho concordam com aqueles utilizados por MATTOS & CORREIA (1996) e MMA (2014) para os automóveis e comerciais leves.

Os veículos leves foram classificados segundo o tipo de combustível utilizado no motor (álcool, gasolina ou *flex*) e a categoria do veículo (automóveis ou veículos comerciais leves). A combinação das classificações proporciona seis diferentes grupos para aplicação da curva de sucateamento: (i) automóveis a álcool, (ii) veículos comerciais leves a álcool, (iii) automóveis à gasolina, (iv) veículos comerciais leves à gasolina, (v) automóveis *flexfuel* e (vi) veículos comerciais leves *flexfuel*.

O sucateamento da frota de veículos é realizado em função da sua idade, calculada pelo tempo transcorrido entre o ano de fabricação (no caso, licenciamento) e o ano de



análise. Portanto, o total de veículos que deixam de circular no mercado automotivo nacional em determinado ano de análise corresponde à soma de sucateamentos das frotas de diferentes idades avaliadas no referido ano. Obtêm-se, dessa forma, as frotas remanescentes de diferentes idades. A determinação do estoque nacional de veículos se dá pela adição dos novos licenciamentos totais, no ano de análise, à frota veicular remanescente.

O período de análise nesta dissertação é mensal, mas o sucateamento da frota de veículos leves é realizado de forma anual, pois leva em conta o intervalo de avaliação aplicado pela função de Gompertz, o que resulta na quantidade de carros que vira sucata a cada ano; o restante representa a frota remanescente. A quantidade de frota remanescente a cada mês é auferida segundo um critério de alocação sazonal baseado no comportamento de licenciamentos da ANFAVEA para aquele ano<sup>55</sup>. Este critério é utilizado como premissa de que ao se desfazer de um veículo, o ex-proprietário adquire um novo veículo que pode ser novo ou usado. Há grande probabilidade de licenciamento nesta ocasião; portanto, supõe-se que esse movimento é simultâneo: licenciamento de um veículo implica no sucateamento do veículo antigo.

### **3.4. Curvas de intensidade de uso de veículos**

A intensidade de uso de combustível representa a quantidade de quilômetros percorridos anualmente por um veículo, em função de sua idade e tipo de combustível utilizado. A idade de um veículo é determinada em anos inteiros decorridos entre o ano atual e o seu ano de fabricação, considerando que a relação entre a idade e a intensidade de uso dos veículos é decrescente, tanto para veículos a EHC quanto à gasolina C.

O uso do automóvel individual é uma atividade que depende de fatores intrínsecos a cada localidade, e dependente de fatores como infraestrutura urbana rodoviária, tipo e nível de atividade econômica, por exemplo. Destarte, as intensidades de uso estimadas para as unidades federativas devem ser idealmente condizentes aos níveis de consumo de combustível, o que reflete a necessidade de diferentes curvas. Entretanto, por simplificação, neste estudo, foi considerada uma curva de intensidade de uso de veículos média para todo o país, optando-se pela posterior verificação das estimativas, calibração do modelo e pós-tratamento dos resultados de consumo de combustível de cada UF, conforme será identificado nos itens 3.6 e 3.7.4.

---

<sup>55</sup> Cada mês tem o mesmo peso que o mês de licenciamento do mesmo ano.

A curva de intensidade de uso de automóveis e comerciais leves à gasolina C foi baseada na curva apresentada pelo 2º. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (MMA, 2014); enquanto que, no caso dos automóveis e veículos comerciais leves a EHC, a curva baseou-se no estudo<sup>56</sup> técnico sobre as curvas de intensidade de uso por tipo de veículo automotor da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2013).

Em relação à utilização das curvas de intensidade de uso (IU), algumas considerações foram realizadas:

- Os únicos veículos dedicados a EHC<sup>57</sup> ou gasolina C, representados no modelo, são automóveis e veículos comerciais leves;
- A quilometragem mensal percorrida pelos veículos originou-se de uma função de intensidade de uso anual<sup>58</sup> (km/ano), distribuída mensalmente por meio de uma componente sazonal<sup>59</sup> baseada no consumo de EHC e gasolina C entre os anos<sup>60</sup> 2000 e 2002, período no qual só havia veículos monocombustíveis;
- Foram desconsiderados efeitos sobre a intensidade de uso de veículos como presença ou ausência de tráfego urbano, ou comportamentos sazonais particulares de cada região.

### 3.5. Consumo específico dos veículos leves

Os valores de consumo específico dos veículos leves foram obtidos a partir do 2º. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014). Segundo o inventário, foi considerado que, até o ano de 2008, os automóveis e os veículos comerciais leves possuíam o mesmo consumo específico por tipo de combustível, fato que mudou a partir de 2009,

---

<sup>56</sup> Os resultados obtidos no estudo são constituídos por dados reais de quilometragem percorrida, obtidos pelo Programa de Inspeção e Manutenção da Cidade de São Paulo, realizado pela Secretaria do Verde e do Meio Ambiente da Prefeitura do Município.

<sup>57</sup> Embora haja incidência de ônibus a etanol na cidade de São Paulo, devido à pequena representatividade desta frota, estes veículos foram desconsiderados neste estudo.

<sup>58</sup> A quilometragem anual é função da idade do veículo (anos), o que foi representado no modelo mensal por meio de uma série sazonal mensal aplicada ao total de quilômetros percorridos no ano do respectivo mês em questão.

<sup>59</sup> A componente sazonal incorpora as alterações do efeito atividade ao longo do ano, supondo um comportamento característico médio dos meses; para tal, a sua construção foi baseada na média das razões entre o consumo de um mês e do seu respectivo ano (consumo relativo mensal médio).

<sup>60</sup> O período foi estabelecido entre 2000 e 2002, pois só há dados de venda de combustíveis líquidos, disponibilizados pela ANP, a partir do ano 2000. Dessa forma, as informações que contemplam o consumo de combustível dos veículos monocombustíveis ficam restritas a este período (ver item 3.7.2).

conforme identificado na Tabela 3-1 e na Figura 3-4.

Tabela 3-1: Consumo específico de combustível nos veículos leves

Ano	Automóveis				Comerciais Leves			
	Gasolina	Etanol	Flex		Gasolina	Etanol	Flex	
			Gasolina	Etanol			Gasolina	Etanol
1957 a 1982	8,90	7,10	-	-	8,90	7,10	-	-
1983	9,65	7,90	-	-	9,65	7,90	-	-
1984	10,19	8,25	-	-	10,19	8,25	-	-
1985	10,39	8,54	-	-	10,39	8,54	-	-
1986	10,42	8,46	-	-	10,42	8,46	-	-
1987	10,64	8,52	-	-	10,64	8,52	-	-
1988	10,86	8,58	-	-	10,86	8,58	-	-
1989	11,07	8,65	-	-	11,07	8,65	-	-
1990	11,82	8,65	-	-	11,82	8,65	-	-
1991	11,82	8,65	-	-	11,82	8,65	-	-
1992	10,98	8,01	-	-	10,98	8,01	-	-
1993	10,98	8,54	-	-	10,98	8,54	-	-
1994	10,04	7,54	-	-	10,04	7,54	-	-
1995	10,04	7,54	-	-	10,04	7,54	-	-
1996	11,04	7,17	-	-	11,04	7,17	-	-
1997	11,04	7,17	-	-	11,04	7,17	-	-
1998	11,82	7,41	-	-	11,82	7,41	-	-
1999	11,82	8,01	-	-	11,82	8,01	-	-
2000	11,89	6,96	-	-	11,89	6,96	-	-
2001	11,97	6,96	-	-	11,97	6,96	-	-
2002	10,90	7,20	-	-	10,90	7,20	-	-
2003	11,20	7,50	10,30	6,90	11,20	7,50	10,30	6,90
2004	11,40	8,60	10,80	7,30	11,40	8,60	10,80	7,30
2005	11,30	8,60	11,50	7,70	11,30	8,60	11,50	7,70
2006	11,30	6,90	11,70	7,80	11,30	6,90	11,70	7,80
2007	11,30	6,90	11,70	7,80	11,30	6,90	11,70	7,80
2008	9,74	6,90	11,70	7,38	9,74	6,90	11,70	7,38
2009	9,90	-	11,50	7,80	8,30	-	8,30	6,90
2010	10,40	-	12,20	8,30	8,80	-	8,20	6,80
2011	11,20	-	12,20	8,60	9,90	-	9,00	6,30
2012	11,30	-	12,20	8,50	9,90	-	9,10	6,20

Fonte: MMA (2014)

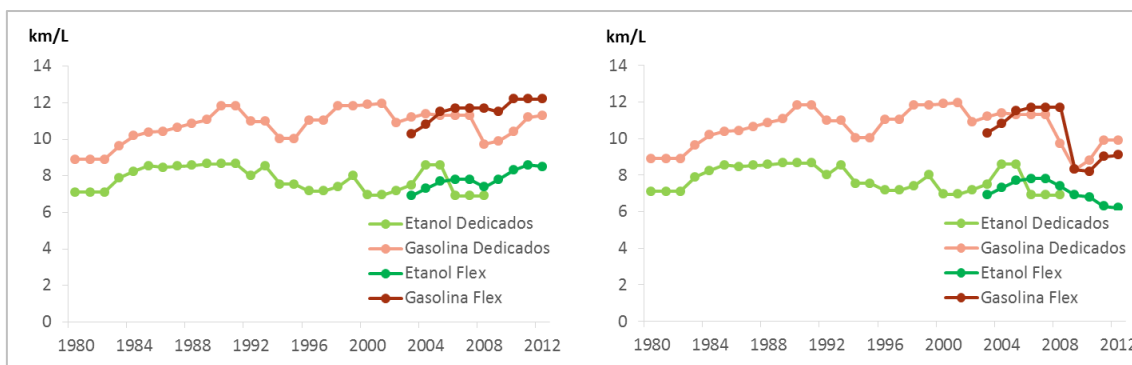


Figura 3-4: Consumo específico de automóveis (esquerda) e comerciais leves (direita)

Fonte: MMA (2014)

Em relação à utilização dos dados no modelo, algumas considerações realizadas devem ser mencionadas:

- O consumo específico foi aplicado no modelo de frota como variável exclusivamente dependente do ano de fabricação do veículo;
- Embora o envelhecimento do veículo possa influenciar na evolução do seu consumo específico, foi desconsiderado tal fator ao longo de sua vida útil;
- Desconsidera-se a influência do efeito intensidade sobre o consumo específico, pois não é abordada a sua alteração em função do nível de tráfego rodoviário;

### 3.6. Verificação de consistência das estimativas

O resultado obtido a partir dos itens descritos até então nesta seção representa a estimativa do consumo mensal nacional dos veículos monocombustíveis do ciclo Otto. A utilização do período 2000-2002 é particularmente interessante para efeitos de verificação de estimativas, visto que antecede a criação do veículo *flexfuel*. Portanto, as vendas de EHC e gasolina C nestes 36 meses destinam-se principalmente ao consumo de veículos monocombustíveis a EHC e à gasolina C, respectivamente.

A verificação de consistência se deu entre as etapas de consumo (2) e de rateio (3) da modelagem. Na etapa 2 (consumo), utilizou-se o período 2000-2002, visto que os dados de comercialização de combustível são boas referências para avaliação das estimativas de consumo dos veículos monocombustíveis e permitem verificar os parâmetros de intensidade de uso e consumo específico aplicados no modelo.

O consumo de combustível demonstrou maior sensibilidade ao parâmetro de intensidade de uso dos veículos do que ao parâmetro de consumo específico, o que fundamentou a decisão de manter o consumo específico sugerido por MMA (2014). A análise de

sensibilidade da curva IU buscou a combinação entre adequação (etapa 2) e verificação (etapa 3) do modelo, em função da alteração da intensidade de uso.

O procedimento consistiu em calibrar percentualmente a curva IU, avaliando o grau de aderência entre os dados observados e estimados no período 2000-2002 (etapa 2). Simultaneamente, na etapa (3), foram verificados os níveis de consumo mensal dos veículos *flex* nas unidades federativas, o que será detalhado nos itens 3.7 e 3.7.4. A utilização combinada de verificação e calibração de IU em duas etapas da metodologia consistiu em aumentar a fundamentação das estimativas no pós-2002, em função dos dados observados no período base.

### **3.7. Regionalização do Brasil**

#### **3.7.1. Frota de veículos**

A frota nacional de veículos foi levantada em cada um dos meses entre os anos 2005 e 2012, com base nos dados de licenciamentos mensais de veículos e de curvas de sucateamento (vide item 3.3). Em função da metodologia utilizada e da restrição de fontes de dados estaduais, o resultado do modelo de frota não contemplou a alocação dos veículos entre as unidades federativas, adotando-se portanto um critério de rateio para a estimativa das frotas estaduais brasileiras, em função do tipo de veículo e de combustível.

A Secretaria Nacional de Estatística de Trânsito (SINET) do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) disponibiliza dados de frota de automóveis por UF, em regime mensal (DENATRAN, 2013), o que permite verificar a evolução da frota de cada unidade federativa nos 96 meses de análise. Devido à escassez de alternativas de fontes de dados que retratem o comportamento das frotas veiculares regionais, optou-se por utilizar a participação da frota de automóveis de cada UF como indicador principal para o rateio da frota nacional, denominado “frota relativa”. Para tal, supôs-se que a frota relativa das unidades federativas é a mesma para diferentes tecnologias veiculares, ou seja, uma UF possui o mesmo valor de frota relativa para automóveis e veículos comerciais leves a EHC, gasolina C e *flexfuel*.

É importante notar que idealmente o resultado do modelo de frota seria o estoque de veículos de cada unidade federativa nacional. Porém, a obtenção desse tipo de resultado fica limitada ao formato de disponibilização dos dados de licenciamentos de veículos.

Conforme apresentado nos itens 3.2 e 3.3, os licenciamentos veiculares apresentados pela ANFAVEA abrangem o total nacional de veículos, e não fazem distinção entre cada UF, o que dificulta a elaboração de modelos de frota individuais.

Embora tenham sido levadas em consideração todas as restrições relativas à escolha deste critério de rateio, é importante destacar a sua utilidade ao modelo. De fato, o rateio da frota de veículos não interfere no rateio de consumo de combustíveis do ciclo Otto, visto que a repartição do volume estimado utiliza critérios de rateio baseados no consumo de cada UF, avaliados em período específico a partir de dados de comercialização da ANP (ver itens 3.7.2 e 3.7.3). A utilidade do indicador de rateio de frota se dá no refinamento dos indicadores apresentados no Capítulo 2 (vide Tabela 2-3 e Tabela 2-4), pois permitem estimar a frota de veículos *flexfuel* de cada UF.

### **3.7.2. Consumo de combustíveis do motor ciclo Otto**

O consumo de combustível no Brasil foi baseado nas vendas, pelas distribuidoras, dos derivados de petróleo, disponibilizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2015). Tal informação permite distinguir o volume de EHC e gasolina C consumido mensalmente em cada UF, a partir do ano 2000.

Entretanto, visto que a elaboração dos dados é constituída pelo lado da oferta, não é possível discernir as diferentes fontes de demanda para o uso dos combustíveis do ciclo Otto. A primeira consideração reside na demanda setorial do setor de transporte de passageiros, pois considera-se que o volume de vendas das distribuidoras é destinado exclusivamente ao uso automotivo. No que tange a distribuição intrasetorial, não há informação relativa à repartição do consumo entre os veículos mono e bicompostíveis. O modelo de frota-consumo proposto nesta dissertação visa estimar a fração de EHC e gasolina C consumida por cada tipo de veículo, segundo a sua tecnologia de combustão.

O período entre os anos 2000 e 2002 é particularmente interessante para a análise, visto que antecede a criação do veículo *flexfuel*. Portanto, as vendas de EHC e gasolina C nos 36 meses destinam-se ao consumo dos veículos monocombustíveis dedicados a EHC e gasolina C. Esta informação é utilizada em algumas partes do modelo de consumo de combustível, pois permite estimar o comportamento dos veículos monocombustíveis nos períodos seguintes, com algum grau de consistência, como será explicitado à seguir no item 3.7.3.

### **3.7.3. Consumo regional de EHC e gasolina C dos veículos flexfuel**

Os volumes estimados de EHC e gasolina C para os veículos monocombustíveis foram rateados entre as unidades federativas nacionais por meio do critério de rateio mencionado no item 3.7.2. A elaboração do critério consistiu em calcular a representatividade média mensal de cada UF em relação ao volume total de combustível comercializado no país, denominado “Consumo relativo médio mensal”<sup>61</sup>. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 3-2 e consistem em médias mensais de cada UF.

A partir do consumo relativo médio mensal de cada UF, calculado entre os anos 2000 e 2002, supôs-se que os veículos monocombustíveis manteriam a mesma proporção nos anos seguintes, entre 2003 e 2012. A suposição se sustenta na hipótese de que o decaimento da frota de veículos monocombustíveis e a aquisição de novos veículos à gasolina<sup>62</sup> se dá de maneira suficientemente próxima, entre as unidades federativas brasileiras, de modo a não alterar significativamente o consumo relativo de cada UF nos anos seguintes.

---

<sup>61</sup> O processo de construção do indicador de rateio de uma UF consiste simplesmente no cálculo da média do mês *i* entre 2000 e 2002, por exemplo, para o mês de abril o cálculo é a média do consumo relativo de abril de 2000, 2001 e 2002, identificando qual é a representatividade do mês de abril médio para a UF.

<sup>62</sup> Refere-se somente à aquisição de novos veículos à gasolina, a partir de 2002, visto que os veículos a álcool apresentaram baixo número de vendas nos anos seguintes, sendo descontinuados em 2008.

Tabela 3-2: Consumo relativo médio mensal de EHC / gasolina C por UF (%)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>AC</b>	0,12 / 0,17	0,12 / 0,17	0,15 / 0,17	0,15 / 0,17	0,22 / 0,18	0,12 / 0,19	0,12 / 0,19	0,15 / 0,22	0,14 / 0,21	0,13 / 0,19	0,11 / 0,19	0,11 / 0,18
<b>AM</b>	0,33 / 1,04	0,35 / 1,05	0,35 / 1,08	0,35 / 1,08	0,34 / 1,12	0,33 / 1,10	0,36 / 1,13	0,41 / 1,21	0,37 / 1,15	0,39 / 1,16	0,39 / 1,21	0,32 / 1,08
<b>AP</b>	0,03 / 0,20	0,04 / 0,20	0,03 / 0,20	0,03 / 0,20	0,03 / 0,20	0,03 / 0,21	0,03 / 0,21	0,03 / 0,23	0,04 / 0,23	0,04 / 0,22	0,04 / 0,22	0,04 / 0,21
<b>PA</b>	0,46 / 1,44	0,45 / 1,46	0,45 / 1,40	0,49 / 1,42	0,49 / 1,37	0,43 / 1,59	0,55 / 1,75	0,51 / 1,69	0,47 / 1,69	0,43 / 1,66	0,41 / 1,56	0,35 / 1,46
<b>RO</b>	0,36 / 0,56	0,58 / 0,57	0,45 / 0,55	0,51 / 0,57	0,55 / 0,58	0,32 / 0,60	0,35 / 0,63	0,43 / 0,67	0,40 / 0,67	0,42 / 0,62	0,35 / 0,63	0,36 / 0,56
<b>RR</b>	0,04 / 0,18	0,04 / 0,18	0,03 / 0,19	0,04 / 0,19	0,03 / 0,18	0,03 / 0,19	0,03 / 0,19	0,04 / 0,21	0,03 / 0,23	0,03 / 0,21	0,03 / 0,19	0,03 / 0,19
<b>TO</b>	0,34 / 0,41	0,31 / 0,40	0,32 / 0,40	0,33 / 0,41	0,33 / 0,42	0,33 / 0,44	0,40 / 0,50	0,40 / 0,45	0,36 / 0,45	0,33 / 0,45	0,32 / 0,41	0,36 / 0,40
<b>AL</b>	0,49 / 0,76	0,51 / 0,73	0,52 / 0,72	0,49 / 0,73	0,53 / 0,72	0,49 / 0,69	0,64 / 0,71	0,69 / 0,73	0,57 / 0,76	0,51 / 0,73	0,53 / 0,74	0,50 / 0,74
<b>BA</b>	2,56 / 4,34	2,23 / 4,07	1,99 / 3,95	1,77 / 3,85	1,68 / 3,90	1,65 / 4,04	1,71 / 4,01	1,63 / 3,71	1,64 / 3,97	1,63 / 3,98	1,80 / 3,91	2,07 / 4,07
<b>CE</b>	1,47 / 2,16	1,35 / 2,05	1,35 / 2,02	1,32 / 1,99	1,44 / 2,06	1,42 / 2,06	1,50 / 2,20	1,47 / 2,13	1,45 / 2,19	1,31 / 2,09	1,43 / 2,10	1,36 / 2,12
<b>MA</b>	0,36 / 0,96	0,33 / 0,94	0,29 / 0,91	0,31 / 0,94	0,28 / 0,93	0,29 / 0,98	0,37 / 1,06	0,34 / 1,04	0,32 / 1,05	0,32 / 1,01	0,31 / 1,01	0,29 / 0,96
<b>PB</b>	0,82 / 1,04	0,73 / 1,00	0,73 / 0,98	0,70 / 0,99	0,74 / 0,98	0,69 / 1,00	0,74 / 0,96	0,75 / 1,00	0,65 / 1,05	0,62 / 1,01	0,62 / 1,03	0,68 / 1,03
<b>PE</b>	1,88 / 2,70	1,83 / 2,81	1,91 / 2,69	1,92 / 2,65	2,02 / 2,70	1,81 / 2,60	1,79 / 2,51	1,83 / 2,54	1,52 / 2,62	1,47 / 2,54	1,48 / 2,65	1,54 / 2,60
<b>PI</b>	0,58 / 0,56	0,55 / 0,54	0,52 / 0,53	0,47 / 0,52	0,50 / 0,57	0,49 / 0,57	0,55 / 0,62	0,59 / 0,61	0,57 / 0,64	0,58 / 0,61	0,58 / 0,61	0,59 / 0,59
<b>RN</b>	0,77 / 1,05	0,75 / 1,00	0,70 / 1,00	0,72 / 0,95	0,69 / 0,98	0,67 / 0,95	0,74 / 0,97	0,78 / 1,01	0,71 / 0,99	0,75 / 1,01	0,69 / 0,98	0,64 / 0,99
<b>SE</b>	0,62 / 0,68	0,58 / 0,66	0,61 / 0,65	0,58 / 0,64	0,57 / 0,67	0,53 / 0,64	0,55 / 0,64	0,58 / 0,66	0,55 / 0,67	0,56 / 0,66	0,54 / 0,66	0,56 / 0,66
<b>ES</b>	1,46 / 2,45	1,41 / 2,18	1,35 / 2,18	1,23 / 2,15	1,18 / 2,13	1,19 / 2,19	1,28 / 1,92	1,19 / 1,90	1,23 / 1,86	1,17 / 1,86	1,12 / 1,87	1,29 / 2,11
<b>MG</b>	10,84 / 10,08	11,18 / 10,25	10,70 / 10,00	10,57 / 10,24	12,09 / 10,24	12,07 / 10,35	11,74 / 10,53	11,80 / 10,34	10,84 / 10,38	11,40 / 10,20	11,46 / 10,14	11,60 / 10,19
<b>RJ</b>	4,82 / 8,20	4,70 / 8,12	4,79 / 8,10	4,30 / 8,25	3,89 / 7,85	4,41 / 8,17	5,03 / 8,57	4,54 / 8,64	4,44 / 8,31	4,98 / 8,54	4,70 / 8,34	4,42 / 8,38
<b>SP</b>	42,46 / 31,91	42,86 / 32,47	42,53 / 33,72	43,98 / 33,62	43,30 / 33,71	44,13 / 33,07	41,23 / 32,10	42,21 / 32,28	41,69 / 32,04	43,91 / 32,88	42,10 / 32,43	41,55 / 31,96
<b>PR</b>	10,22 / 6,79	10,19 / 6,82	10,83 / 6,71	10,92 / 6,72	10,39 / 6,68	10,35 / 6,60	10,89 / 6,61	9,97 / 6,55	9,86 / 6,59	10,07 / 6,48	10,88 / 6,68	11,15 / 6,76
<b>RS</b>	4,63 / 8,61	4,64 / 8,50	4,75 / 8,30	4,66 / 8,30	4,64 / 8,35	4,34 / 8,36	4,63 / 8,27	4,58 / 8,38	4,30 / 8,35	4,45 / 8,22	4,71 / 8,41	4,69 / 8,59
<b>SC</b>	4,21 / 5,36	4,04 / 5,25	4,10 / 4,92	4,07 / 4,80	4,03 / 4,79	4,04 / 4,83	4,29 / 4,86	3,99 / 4,86	4,07 / 4,98	4,32 / 4,92	4,58 / 5,05	4,60 / 5,35
<b>DF</b>	2,95 / 2,30	3,22 / 2,59	3,34 / 2,82	3,15 / 2,76	3,14 / 2,84	2,91 / 2,75	3,05 / 2,72	3,36 / 2,94	3,10 / 2,76	3,08 / 2,79	3,12 / 2,85	3,13 / 2,72
<b>GO</b>	4,31 / 3,36	4,22 / 3,42	4,20 / 3,26	4,14 / 3,23	4,08 / 3,23	4,34 / 3,21	4,47 / 3,41	4,30 / 3,28	4,52 / 3,40	4,31 / 3,29	4,54 / 3,40	4,50 / 3,39
<b>MT</b>	1,28 / 1,42	1,29 / 1,30	1,41 / 1,31	1,17 / 1,29	1,33 / 1,35	1,11 / 1,34	1,31 / 1,38	1,77 / 1,38	4,51 / 1,38	1,12 / 1,34	1,45 / 1,41	1,51 / 1,35
<b>MS</b>	1,58 / 1,27	1,53 / 1,28	1,58 / 1,26	1,62 / 1,32	1,49 / 1,26	1,47 / 1,26	1,65 / 1,34	1,63 / 1,34	1,63 / 1,38	1,67 / 1,33	1,73 / 1,30	1,78 / 1,36

Fonte: Elaboração própria baseada em ANP (2015)



O volume de combustível consumido pelos veículos *flexfuel* foi estimado pela diferença entre os valores de consumo dos veículos monocombustíveis obtidos pelo modelo, e os dados de vendas de combustível do ciclo Otto disponibilizados pela ANP (ANP, 2015).

Modelos energéticos do tipo *bottom-up* apresentam imprecisões em função da quantidade de premissas assumidas e dos erros inerentes aos próprios parâmetros utilizados. Especificamente na elaboração deste modelo de frota-consumo, as limitações quanto à disponibilidade de dados influenciaram a quantidade de estimativas e adaptações realizadas, o que acarreta em algum nível de inconsistência dos resultados.

O modo de aplicação da metodologia, conforme detalhado até então, possibilita a ocorrência de inconsistências no consumo de combustível dos veículos *flexfuel*, sobretudo nos primeiros meses de análise. De fato, o consumo destes veículos é estimado pela diferença entre dados oficiais de comercialização (ANP, 2015) e estimativas de consumo alocadas mensalmente a cada UF, a partir de premissas e simplificações do modelo.

Nos primeiros meses de análise, o volume de combustível comercializado (ANP, 2015) foi próximo dos valores estimados para os veículos monocombustíveis, visto a baixa representatividade da frota *flexfuel* em relação à frota nacional (ANFAVEA, 2014). Embora tenham sido realizadas duas verificações de consistência, a alocação mensal do consumo de combustível às unidades federativas incorporou incertezas do modelo que refletiram em inconsistências nas estimativas de consumo do veículo *flex*, tais como o consumo negativo de combustível.

No intuito de manter o nível de consistência das estimativas mensais de cada UF em relação ao consumo de EHC e gasolina C dos veículos monocombustíveis e *flexfuel*, foi aplicado um modelo de adequação dos dados no intuito de calibrar o modelo original.

#### **3.7.4. Calibração do modelo**

O procedimento de calibração das estimativas consistiu em duas etapas consecutivas, a partir do resultado do modelo original: um modelo de adequação (i) e um pós-tratamento dos dados (ii). A Figura 3-5 identifica para ambos os combustíveis quais unidades federativas foram contempladas em cada etapa.

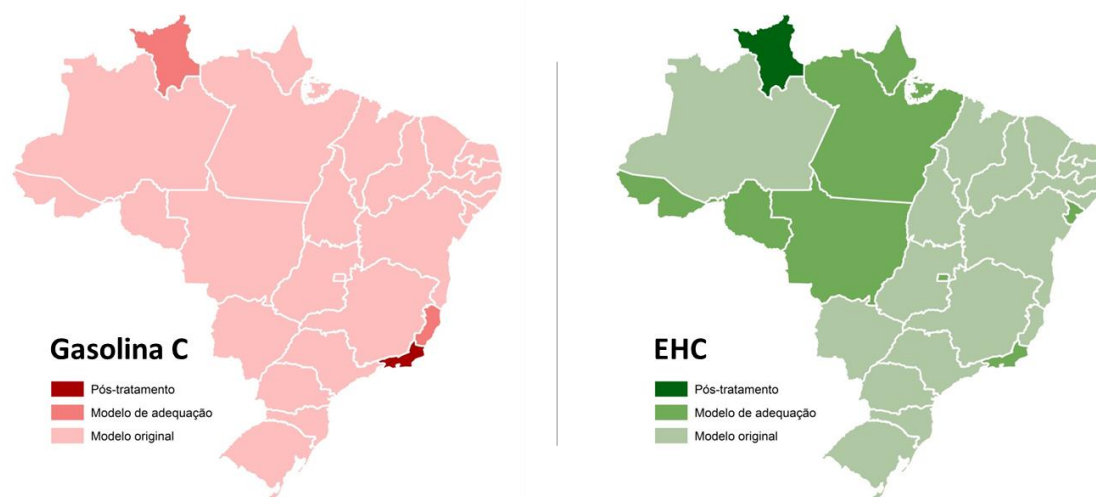


Figura 3-5: Procedimento de calibração do modelo aplicado às UFs

Fonte: Elaboração própria

O modelo de adequação (i) buscou identificar as unidades federativas que apresentaram meses cujo consumo de combustível foi negativo. A partir daí, foi realizada a calibração da intensidade de uso (IU) dos veículos que fora aplicada ao modelo original. Conforme explicitado no item 3.4, IU foi generalizada para todas as unidades federativas como valor único<sup>63</sup> de referência para o cálculo da quilometragem percorrida pela frota de veículos monocombustíveis.

As curvas de intensidade de uso empregadas no modelo original são utilizadas idealmente para estimativas anuais de consumo nacional de combustível. A adaptação destas curvas à periodicidade mensal, aliada a sua abrangência homogênea a todo o território nacional, são procedimentos que incorporam incertezas às estimativas e necessitam de calibração e pós-tratamento dos resultados do modelo.

Para tal, o procedimento empregado foi a verificação de um patamar de intensidade de uso média como referência para a calibração, avaliada entre os anos 2000, 2001 e 2002. Em seguida, buscou-se variar a curva de intensidade de uso, em torno do valor médio verificado, no intuito de adequar as estimativas de consumo de combustível pelo veículo *flexfuel*. O critério de parada foi a contabilidade do consumo anual de combustível de cada unidade federativa, reduzindo-se IU até que o volume consumido no ano se

<sup>63</sup> A fragilidade da premissa reside na diversidade de fatores que podem tornar a intensidade de uso distinta entre as regiões do país, devido a aspectos como nível de atividade econômica, oferta de transporte público, por exemplo.

tornasse positivo, mesmo apresentando meses com valores negativos<sup>64</sup>.

As unidades que apresentaram meses de consumo negativo de EHC foram nove, sendo cinco da região Norte (AC, RO, RR, PA e AP), uma da região Nordeste (SE), uma da região Sudeste (RJ) e duas da região Centro-Oeste (MT e DF). Quanto ao consumo de gasolina C, as unidades inconsistentes foram três: uma na região Norte (RR) e duas na região Sudeste (RJ e ES). Para tais unidades, o procedimento de adequação dos dados consistiu na distribuição do consumo líquido anual entre os meses do respectivo ano. A distribuição entre os meses utilizou uma componente sazonal de consumo de EHC ou gasolina C, baseada nos dados mensais de comercialização de combustível por UF da ANP, entre os anos 2000 e 2002 (ANP, 2015).

Embora esta etapa do procedimento de calibração não incorpore nível de significância adicional aos dados do período inconsistente, mantêm-se a média e a quantidade total de combustível comercializado do modelo original, o que permite manter também a consistência do consumo de combustível entre as unidades federativas.

O pós-tratamento dos dados (ii) foi aplicado às unidades federativas que se mantiveram inconsistentes após a aplicação do modelo de adequação; sendo a aplicação restrita aos anos que apresentaram meses de consumo negativo. No caso do EHC, o Estado de Roraima (RR) foi contemplado pelo pós-tratamento no ano de 2005, pois apresentou resultados de ajuste dos dados muito diferentes do modelo de consumo original. Já no caso da gasolina C, o Estado do Rio de Janeiro (RJ) foi contemplado de 2005 a 2007.

O método geral aplicado a ambos os casos consistiu em identificar quais unidades federativas apresentaram comportamento do consumo de combustível mais próximo dos estados em questão, a fim de estimar seus períodos inconsistentes, a partir da série de dados da UF mais representativa. A forma de pré-selecionar as unidades foi por meio da correlação de dados de comercialização de combustível no período 2005-2012. A partir daí, a seleção da UF se deu entre aquelas que apresentaram alto índice de correlação e se demonstraram adequadas ao caso específico.

A Figura 3-6 apresenta, à esquerda, o resultado do pós-tratamento dos dados para o

---

<sup>64</sup> Os meses com valores negativos, conforme discutido no item 3.7.3, referem-se aos meses onde a estimativa de consumo foi superior ao dado oficial de comercialização de combustível, devido às imprecisões inerentes ao modelo de consumo.

Estado do Rio de Janeiro (Gasolina C) e, à direita, para o Estado de Roraima (EHC), contrastando com o volume de combustível comercializado no período.

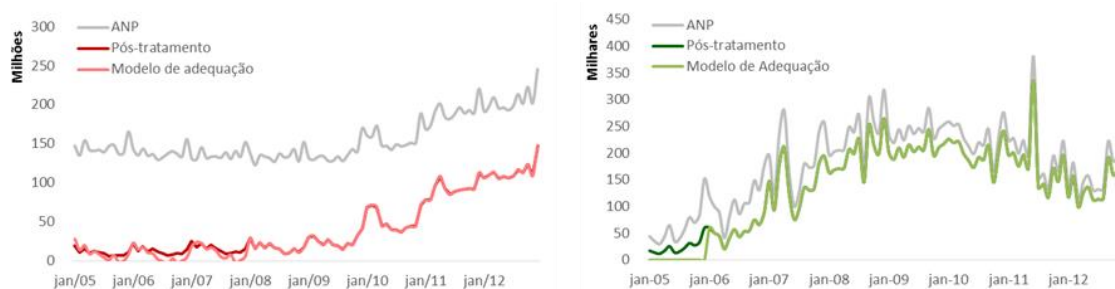


Figura 3-6: Aplicação do pós-tratamento dos dados

Fonte: Elaboração própria baseada em ANP (2015)

O pós-tratamento da série de dados de consumo de EHC de Roraima foi baseado na série do Estado do Amazonas (AM), visto que o coeficiente de correlação entre os estados foi o maior da região Norte<sup>65</sup>. A partir da seleção da UF representativa de Roraima, verificou-se a participação do consumo dos veículos *flex* no Amazonas, obtendo-se 61% (2005) e 78% (2006) do consumo total de EHC comercializado no estado, e, em Roraima, verificou-se que a mesma parcela correspondeu a 51% em 2006.

A estimativa para o ano de 2005 em Roraima considerou que a participação do consumo de EHC pelos veículos *flex* evoluiu à mesma taxa do Amazonas: 27,89% entre 2005 e 2006. Descontando-se essa taxa do valor verificado em 2006 (51%), obteve-se cerca de 40% de participação dos veículos *flexfuel* no consumo de EHC de Roraima em 2005, o que levou a uma curva razoável e positiva em todos os meses do ano.

O pós-tratamento da série de dados de consumo de gasolina C do Rio de Janeiro foi baseado na série do Estado de Minas Gerais (MG), visto que, dentre os estados da região Sudeste, este apresentou alta correlação e características geopolíticas semelhantes<sup>66</sup>. A partir da seleção da UF representativa do Rio de Janeiro, utilizou-se o método análogo ao caso do EHC, obtendo-se a participação dos veículos *flex* no consumo de gasolina C (*share*) em cada um dos meses do período 2008-2012. A estimativa do consumo de gasolina C pelos veículos *flex* fluminenses considerou a

<sup>65</sup> Preferiu-se adotar o maior coeficiente de correlação entre os estados da região Norte, devido às características logísticas e produtivas semelhantes entre os estados.

<sup>66</sup> O Estado de Minas Gerais (MG) possui população e consumo de combustível relativamente proporcionais à população e ao consumo fluminense, além de infraestrutura industrial e logística semelhantes. Adicionalmente, ambos são estados “importadores líquidos” de etanol e possuem alíquotas de ICMS em patamares próximos (diferença média de 5% para gasolina C e 2% para o EHC).

relação mensal entre  $share_{(RJ)}$ <sup>67</sup> e  $share_{(MG)}$  de 2005-2007 como uma combinação linear<sup>68</sup> da relação mensal média<sup>69</sup> de 2008-2012, o que resultou uma curva próxima àquela obtida pelo modelo de adequação, porém, positiva em todos os meses.

É importante ressaltar que o procedimento de calibração completo incorpora incerteza à estimativa do consumo mensal da tecnologia *flexfuel*. Entretanto, deve-se notar, em cada caso, alguns aspectos. O consumo de EHC do Estado de Roraima (RR) corresponde, em média, a 0,04% do consumo nacional; adicionalmente, o período retificado possui baixa representatividade em relação ao período 2005-2012, devido à evolução do consumo de EHC pela tecnologia *flexfuel* nos anos posteriores a 2005.

O consumo de gasolina C do Estado do Rio de Janeiro (RJ) corresponde a cerca de 8% do consumo nacional, posicionando-o entre os cinco principais estados consumidores do país. Todavia, nota-se que o procedimento de retificação da série minimizou o consumo adicional de combustível atribuído pelo pós-tratamento dos dados. Adicionalmente, o argumento utilizado para o EHC também é válido: os anos retificados possuem baixa representatividade em relação ao período 2005-2012, devido à evolução do consumo de gasolina C, tanto pela tecnologia *flexfuel* quanto pelos veículos monocombustíveis nacionais e importados.

---

<sup>67</sup> As denominações  $share_{(RJ)}$  e  $share_{(MG)}$  representam a participação destes estados (RJ e MG) no consumo de gasolina C nacional.

<sup>68</sup> Optou-se pelo uso da combinação linear das razões mensais médias entre  $share_{(RJ)}$  e  $share_{(MG)}$  por dois propósitos, o primeiro foi o intuito de atribuir maior peso às médias mensais dos anos mais próximos do período 2005-2007; o segundo foi a possibilidade de calibração dos pesos, a fim de obter uma curva estimada positiva próxima à curva gerada pelo modelo de adequação.

<sup>69</sup> Relação mensal média pode ser também denominada “mês médio”, ou seja, a média dos valores apresentados em um mesmo mês em diferentes anos.

## 4. AVALIAÇÃO DO DISPÊNDIO COM COMBUSTÍVEL

O Capítulo 3 apresentou uma proposta de modelagem para a estimação do consumo mensal de EHC e gasolina C nos veículos *flexfuel* das unidades federativas brasileiras. Adicionalmente, foram apresentadas as fontes de dados utilizadas, bem como os resultados das principais variáveis-chave do problema: frota e consumo. Aplicando-se a mesma metodologia utilizada no Capítulo 2, foi possível refinar a estimativa da perda econômica e reanalisar os indicadores de custo de oportunidade nas unidades federativas, regiões e grandes regiões brasileiras.

A partir daí, discutem-se a influência da eficiência veicular no resultado desta análise; as motivações que eventualmente contextualizam a dinâmica da preferência por EHC ou gasolina C; e as eventuais políticas públicas e seus mecanismos de financiamento para a correção de assimetrias do mercado de combustíveis líquidos do ciclo Otto oriundas da inovação tecnológica automotiva: o veículo bicomcombustível flexível.

Este capítulo divide-se em três etapas. Primeiramente, propõe-se a analisar os novos indicadores de custo de oportunidade oriundos do refinamento da estimativa da perda econômica. Em segundo lugar, pretende-se identificar tendências de padrão veicular nos motores Otto *flexfuel*, e discutir as consequências de eventuais desvios da razão de eficiência entre EHC e gasolina C ( $E_e/E_g$ ) em torno do valor 0,70. Por último, no intuito de contextualizar a análise da perda econômica incorrida, aventam-se hipóteses sobre as motivações para a preferência por cada um dos combustíveis nos veículos *flex*.

### 4.1. Refinamento da estimativa da perda econômica

A modelagem proposta no Capítulo 3 buscou refinar os resultados apresentados no Capítulo 2, ao expurgar os modelos monocombustíveis da frota de veículos leves e restringir a análise à versão *flexfuel*. Os procedimentos empregados permitiram estimar a frota de veículos flexíveis e o consumo dos combustíveis do ciclo Otto em cada uma das unidades federativas, possibilitando a atualização dos indicadores de consumo e custo de oportunidade. As análises à seguir identificam os novos resultados de forma bastante análoga aos resultados preliminares descritos no Capítulo 2.

A Figura 4-1 e a Figura 4-2 representam o refinamento da Figura 2-6 e da Figura 2-7 respectivamente, onde podem ser identificadas as novas curvas –  $CO_{(BR)flex}$  (azul) –, em contraste com as antigas (preto) –  $CO_{(BR)}$ . A diferença de patamar entre as curvas reflete

qualitativamente a influência do modelo, ao posicionar as curvas  $CO_e (flex)$  e  $CO_g (flex)$  abaixo das curvas  $CO_e$  e  $CO_g$ , respectivamente, identificando o consumo de combustível da frota *flex* como uma parcela relevante do consumo da frota. Adicionalmente, nota-se também a redução gradativa da diferença entre as curvas ao longo dos anos, devido ao sucateamento da frota monocombustível e à consolidação da tecnologia *flexfuel*.

A percepção da diferença quantitativa apresentada pelas curvas CO sofre influência da escala logarítmica utilizada nos gráficos. Portanto, a fim de ilustrar quantitativamente tal diferença, os valores de  $CO_e$  e  $CO_g$  foram representados, em dois períodos distintos, para cada uma das curvas. Em janeiro de 2005, verifica-se um valor de  $CO_e$  de R\$ 8,7 milhões, o qual é refinado para cerca de R\$ 2,8 milhões, após a aplicação do modelo. No mesmo período, o valor de  $CO_g$  é cerca de R\$ 387,5 milhões, enquanto que o seu valor refinado diminui para aproximadamente R\$ 44,5 milhões.

Em conformidade com os resultados apresentados no Capítulo 2, nota-se, na segunda metade do período, o crescimento de  $CO_e$  aliado ao decréscimo de  $CO_g$ . Os meses ao final do ano de 2009 passaram a incorrer em custos devido ao aumento do preço relativo de etanol e, conseqüentemente, do seu consumo economicamente desfavorável. Alguns estados como São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, que possuem alto consumo de combustível, devido à frota automotiva numerosa, ajudaram a sustentar o crescimento do patamar de  $CO_e$ .

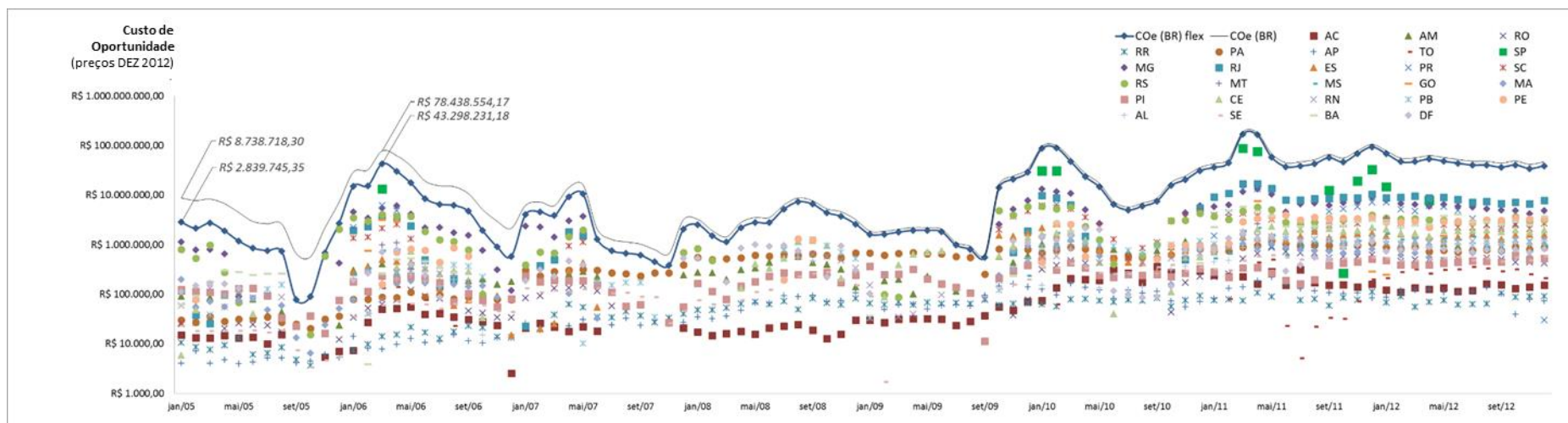


Figura 4-1: CO<sub>e</sub> flexfuel nas UF's (2005/01 a 2012/12)

Fonte: Elaboração própria baseada em PACINI & SILVEIRA (2011) e ANP (2015)

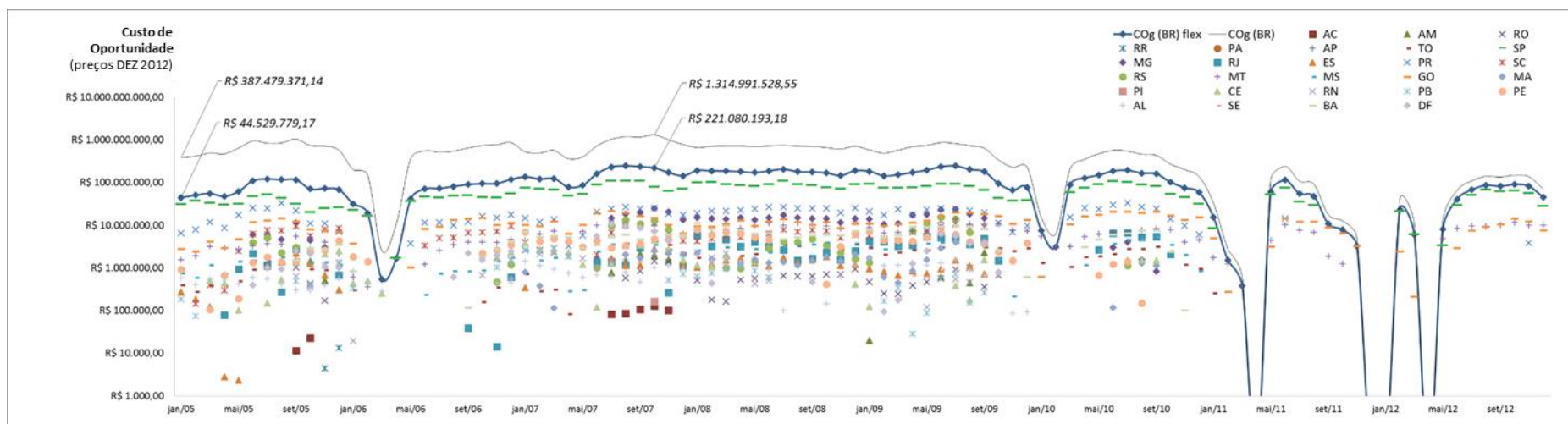


Figura 4-2: CO<sub>g</sub> flexfuel nas UF's (2005/01 a 2012/12)

Fonte: Elaboração própria baseada em PACINI & SILVEIRA (2011) e ANP (2015)



A participação de São Paulo na composição dos custos de oportunidade é predominante no caso da gasolina C, fazendo com que  $CO_g$  seja praticamente sustentado por este estado. De fato, em São Paulo,  $P_e/P_g$  foi favorável ao EHC em mais de 95% dos meses entre 2005 e 2008, e em cerca de 80% dos meses seguintes. Por outro lado, a influência da desvantagem do EHC em São Paulo, cerca de 20% dos meses entre 2009 e 2012, é nítida na Figura 4-1, onde se notam duas oscilações na curva de  $CO_e$  influenciadas pela grande quantidade de proprietários de veículos *flex* habituados ao uso do álcool.

No período 2005-2008, 80% do custo de oportunidade do EHC foi representado por 12 das 27 unidades federativas (vide Figura 4-3). Ou seja, 44,4% das UF's representaram cerca de 80% do custo incorrido (81,2%).

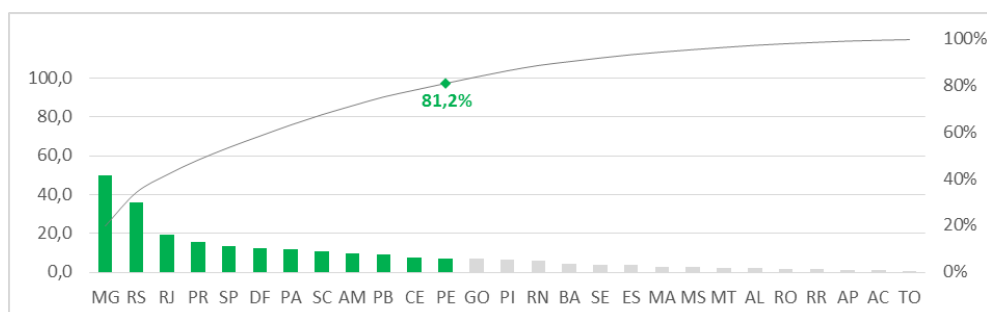


Figura 4-3:  $CO_{e\text{flex}}$  das UF's (2005-2008) em milhões de reais

Fonte: Elaboração própria

Já no período 2009-2012, 80% do custo de oportunidade foi representado por 11 das 27 unidades federativas (vide Figura 4-4). A concentração de  $CO_e$  aumentou, fazendo com que 40,7% das UF's representassem cerca de 80% do custo incorrido (81,3%).

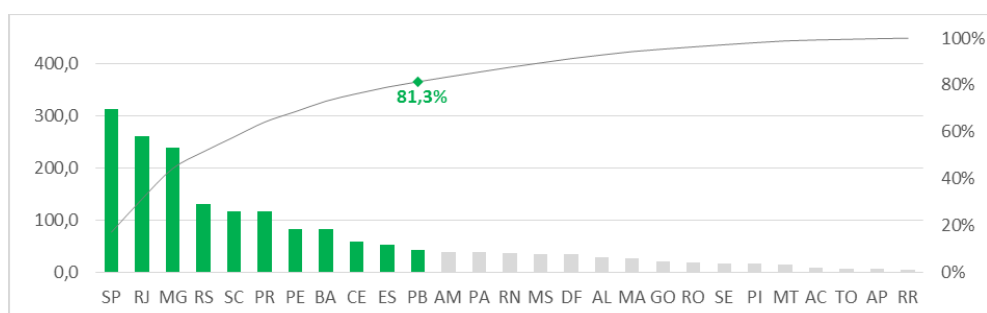


Figura 4-4:  $CO_{e\text{flex}}$  das UF's (2009-2012) em milhões de reais

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 4-1 reformula os valores apresentados pela Tabela 2-3 do Capítulo 2 a partir da utilização do consumo de EHC exclusivo dos veículos *flex*. O uso dos resultados da modelagem demonstra na realidade que o custo de oportunidade por veículo se elevou

em 18 das 27 unidades federativas brasileiras, ao invés de 25 das 27, conforme auferido pela estimativa inicial da perda econômica. Todavia, a conclusão permanece a mesma, ou seja, a elevação da frota de veículos e o comportamento do consumidor são os fatores explicativos para o incremento do custo de oportunidade do etanol (CO<sub>e</sub>).

Tabela 4-1: CO<sub>e</sub> *flex* por veículo e por UF

UF	2005 – 2008 (1)			2009 – 2012 (2)			(2) - (1)
	CO <sub>e</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>e</sub> /veíc.	CO <sub>e</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>e</sub> /veíc.	
AC	889.424	3.536	251,55	7.201.841	16.933	425,30	173,75
AM	9.733.736	19.941	488,12	38.988.304	87.024	448,02	(40,10)
RO	1.729.315	10.200	169,54	17.470.697	51.540	338,97	169,43
RR	1.487.000	2.736	543,56	3.699.248	13.571	272,58	(270,98)
PA	11.972.740	25.401	471,35	37.411.761	115.567	323,72	(147,62)
AP	1.336.155	3.531	378,42	5.140.801	16.963	303,05	(75,37)
TO	724.414	9.258	78,25	5.314.521	39.258	135,37	57,13
SP	13.454.580	1.120.941	12,00	312.989.128	4.415.915	70,88	58,87
MG	49.734.335	310.433	160,21	238.228.781	1.307.681	182,18	21,97
RJ	19.150.680	270.769	70,73	260.746.828	1.057.750	246,51	175,78
ES	3.559.861	50.949	69,14	51.579.599	216.458	238,29	168,42
PR	15.830.462	251.129	63,04	116.444.622	1.021.862	113,95	50,92
SC	10.955.779	158.462	69,14	116.478.451	658.104	176,99	107,85
RS	35.874.444	250.766	143,06	130.848.745	987.362	132,52	(10,54)
MT	2.400.646	29.566	81,20	14.453.472	136.402	105,96	24,77
MS	2.563.662	35.261	72,71	34.182.354	149.289	228,97	156,26
GO	6.939.761	88.833	78,12	19.386.768	391.274	49,55	(28,57)
DF	12.245.363	75.450	162,30	33.797.253	306.044	110,43	(51,87)
MA	2.867.414	17.131	167,38	26.674.454	83.281	320,29	152,91
PI	6.562.499	13.405	489,57	15.637.114	62.174	251,51	(238,06)
CE	7.351.908	52.721	139,45	58.545.696	225.698	259,40	119,95
RN	5.784.992	25.542	226,49	37.170.668	111.663	332,88	106,40
PB	9.363.744	24.075	388,94	41.934.501	105.406	397,84	8,89
PE	7.206.600	68.000	105,98	82.218.610	284.468	289,03	183,05
AL	2.216.528	16.104	137,64	28.830.445	70.378	409,65	272,01
SE	3.898.931	15.751	247,53	16.864.047	68.451	246,37	(1,17)
BA	4.098.425	83.192	49,26	81.998.316	361.582	226,78	177,51
<b>TOTAL</b>	249.933.413	3.033.084		1.834.237.037	12.362.101		

Fonte: Elaboração própria baseada em ANP (2015) e DENATRAN (2013)

A Tabela 4-2 aborda os indicadores referentes à gasolina C, utilizando a mesma frota média de veículos leves *flex* aplicada à Tabela 4-1, pois tratam-se de veículos flexíveis.

Tabela 4-2: CO<sub>g</sub> por veículo e por UF

UF	2005 – 2008 (1)			2009 – 2012 (2)			(2) – (1)
	CO <sub>g</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>g</sub> /veíc.	CO <sub>g</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>g</sub> /veíc.	
AC	540.863	3.536	152,97	53	16.933	0,00	(152,97)
AM	11.353.138	19.941	569,33	3.370.660	87.024	38,73	(530,59)
RO	13.805.794	10.200	1.353,51	5.375.464	51.540	104,30	(1.249,22)
RR	17.936	2.736	6,56	53	13.571	0,00	(6,55)
PA	65	25.401	0,00	53	115.567	0,00	0,00
AP	65	3.531	0,00	53	16.963	0,00	0,00
TO	67.260.660	9.258	7.264,99	56.232.965	39.258	1.432,39	(5.832,60)
SP	2.808.242.711	1.120.941	2.505,25	2.159.072.984	4.415.915	488,93	(2.016,32)
MG	323.790.620	310.433	1.043,03	160.203.899	1.307.681	122,51	(920,52)
RJ	51.613.268	270.769	190,62	69.595.025	1.057.750	65,80	(124,82)
ES	34.960.831	50.949	686,19	8.370.262	216.458	38,67	(647,52)
PR	776.600.239	251.129	3.092,43	451.219.678	1.021.862	441,57	(2.650,87)
SC	235.365.700	158.462	1.485,32	67.056.170	658.104	101,89	(1.383,42)
RS	98.610.922	250.766	393,24	61.031.345	987.362	61,81	(331,43)
MT	271.047.619	29.566	9.167,58	290.048.038	136.402	2.126,42	(7.041,16)
MS	88.350.908	35.261	2.505,64	61.762.863	149.289	413,71	(2.091,93)
GO	469.692.999	88.833	5.287,37	481.988.009	391.274	1.231,84	(4.055,53)
DF	65.040.260	75.450	862,03	24.234.337	306.044	79,19	(782,85)
MA	32.946.671	17.131	1.923,24	24.146.275	83.281	289,94	(1.633,31)
PI	163.576	13.405	12,20	53	62.174	0,00	(12,20)
CE	49.937.277	52.721	947,20	6.771.918	225.698	30,00	(917,20)
RN	39.073.036	25.542	1,529,73	1.127.754	111.663	10,10	(1.519,63)
PB	22.558.750	24.075	937,03	2.319.349	105.406	22,00	(915,03)
PE	128.814.630	68.000	1.894,33	57.430.990	284.468	201,89	(1.692,44)
AL	29.380.278	16.104	1.824,38	11.849.762	70.378	168,37	(1.656,01)
SE	65	15.751	0,00	4.830.396	68.451	70,57	70,56
BA	170.742.434	83.192	2.052,39	116.262.665	361.582	321,54	(1.730,86)
<b>TOTAL</b>	<b>5.789.911.327</b>	<b>3.033.084</b>		<b>4.124.301.084</b>	<b>12.362.101</b>		

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015) e DENATRAN (2013)

Nota-se que o refinamento dos dados a partir da aplicação do modelo contribuiu para a análise, visto que a redução do CO<sub>g</sub> entre os quadrimestres havia sido contabilizada em 61,42% (cerca de  $\frac{2}{3}$ ) anteriormente, frente a 28,77% pela avaliação atual. No que tange a variação de CO<sub>g</sub>/veículo, mesmo a alteração do valor dos indicadores manteve as conclusões das duas análises. Em ambas verificaram-se reduções em 24 das 27 unidades federativas; dentre as três restantes, duas apresentaram variação nula e uma incorreu em crescimento influenciado pelo aumento do preço relativo do EHC no segundo período.

No período 2005-2008, 80% do custo de oportunidade da gasolina C foi representado por 5 das 27 unidades federativas (vide Figura 4-5). Ou seja, 18,5% das unidades federativas representaram cerca de 80% do custo incorrido (80,3%).

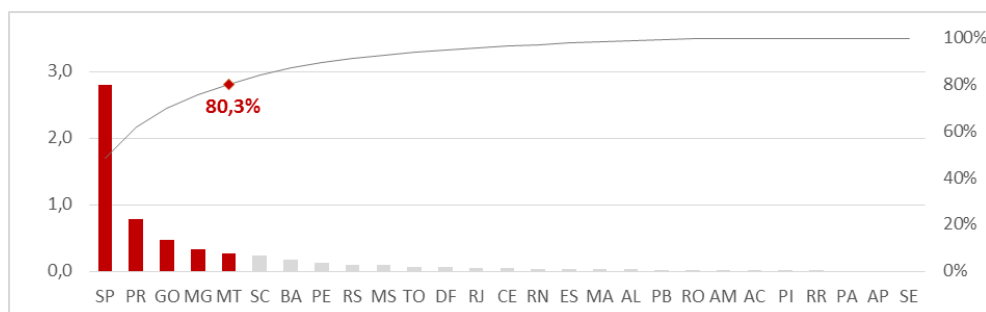


Figura 4-5: CO<sub>g</sub> das UF's (2005-2008) em bilhões de reais

Fonte: Elaboração própria

Já no período 2009-2012, a quantidade de unidades federativas que compreendem cerca de 80% do CO<sub>g</sub> (82,0%) foi reduzida para quatro (14,8% das UF's), de acordo com a Figura 4-6, ocasionando o aumento da concentração do custo.

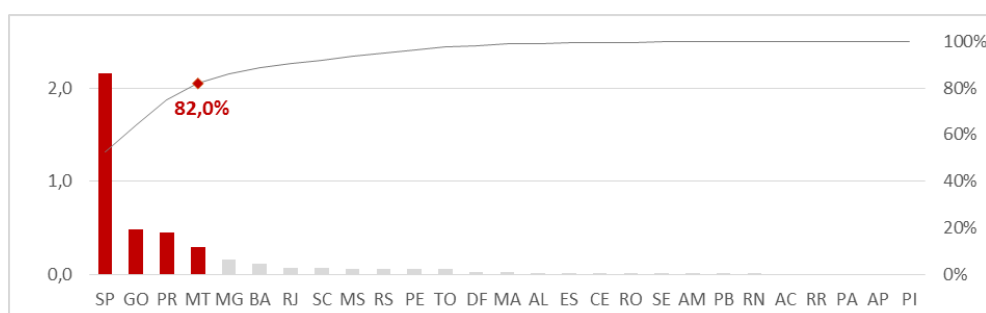


Figura 4-6: CO<sub>g</sub> das UF's (2009-2012) em bilhões de reais

Fonte: Elaboração própria

A síntese dos resultados encontra-se na Tabela 4-3 (EHC) e na Tabela 4-4 (gasolina C), onde os dados de custo, frota média e custo por veículo estão agregados por região brasileira e grande região (NN e CS).

Inicialmente, é interessante notar a presença de um fator estrutural, o aumento do valor de “CO<sub>g</sub>/veículo” em praticamente todas as regiões do Brasil (exceção à região Norte), concomitantemente à redução do valor de “CO<sub>g</sub>/veículo”, em todo o país. A diferenciação entre as regiões e grandes regiões se dá pela intensidade da redução ou aumento do indicador “CO<sub>g</sub>/veículo”, caracterizado por aspectos como consumo de combustível (em volume), tamanho da frota de veículos e paridade de preços ( $P_e/P_g$ ) em cada região.

O custo de oportunidade de EHC na região Norte-Nordeste aumentou 554,1% entre os períodos, com maior influência do aumento na região Nordeste (690,0%) e menor influência do aumento na região Norte (313,4%). O aumento da frota na região Norte (356,9%) foi pouco mais expressivo do que na região Nordeste (334,6%), ocasionando a redução do CO<sub>e</sub>/veículo no Norte e o seu aumento no Nordeste em cerca de 80%. A combinação destes efeitos representou um aumento do CO<sub>e</sub>/veículo, para a grande região NN, próximo de 50%.

Tabela 4-3: CO<sub>e</sub> por veículo em cada região

REGIÃO	2005 – 2008 (1)			2009 – 2012 (2)			(2) – (1)
	CO <sub>e</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>e</sub> /veíc.	CO <sub>e</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>e</sub> /veíc.	
N	27.872.789	74.603	373,62	115.227.176	340.857	338,05	(35,56)
NE	49.351.046	315.921	156,21	389.873.856	1.373.102	283,94	127,72
<b>NN</b>	<b>77.223.834</b>	<b>390.524</b>	<b>197,74</b>	<b>505.101.032</b>	<b>1.713.959</b>	<b>294,70</b>	<b>96,95</b>
SE	85.899.458	1.753.093	49,00	863.544.338	6.997.804	123,40	74,40
S	62.660.687	660.357	94,89	363.771.819	2.667.328	136,38	41,49
CO	24.149.434	229.109	105,41	101.819.848	983.009	103,58	1,83
<b>CS</b>	<b>172.709.579</b>	<b>2.642.560</b>	<b>65,36</b>	<b>1.329.136.006</b>	<b>10.648.141</b>	<b>124,82</b>	<b>59,47</b>
<b>BRASIL</b>	<b>249.933.413</b>	<b>3.033.084</b>	<b>82,40</b>	<b>1.834.237.038</b>	<b>12.362.101</b>	<b>148,38</b>	<b>65,97</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

O custo de oportunidade de EHC no Centro-Sul aumentou 669,6% entre os períodos, com maior influência do aumento na região Sudeste (905,3%) e menor influência do aumento na região Centro-Oeste (321,6%). O aumento da frota na região Centro-Oeste (329,1%) foi mais expressivo do que nas regiões Sudeste (299,2%) e Sul (303,9%), ocasionando uma redução de CO<sub>e</sub>/veículo no Centro-Oeste, simultâneo ao aumento no Sul (43,7%) e Sudeste (151,8%). A combinação destes efeitos representou um aumento de “CO<sub>e</sub>/veículo” no Centro-Sul, intermediário entre SE e CO.

O custo de oportunidade de gasolina C na região Norte-Nordeste reduziu 48,9% entre os períodos, com maior influência da redução na região Nordeste (-52,5%) e menor influência da redução na região Norte (-30,1%). O aumento da frota na região Norte (356,9%) foi mais expressivo do que na região Nordeste (334,6%), ocasionando uma redução de CO<sub>e</sub>/veículo pouco menor no Norte do que no Nordeste. A combinação destes efeitos representou uma redução do CO<sub>e</sub>/veículo no Norte-Nordeste de 88,3%.

O custo de oportunidade da gasolina C na região Centro-Sul reduziu 26,6% entre os períodos, com maior influência da redução nas regiões Sul (-47,8%) e Sudeste (-25,5%),

menor influência da redução na região Centro-Oeste (-4,0%). O aumento da frota na região Centro-Oeste (329,1%) foi mais expressivo do que nas regiões Sudeste (299,2%) e Sul (303,9%), ocasionando uma redução de CO<sub>g</sub>/veículo no Centro-Oeste de 77,6%; inferior à redução ocorrida no Sul (-87,1%) e Sudeste (-81,3%). A combinação destes efeitos representou uma redução de 81,8% do CO<sub>g</sub>/veículo para o Centro-Sul.

Tabela 4-4: CO<sub>g</sub> por veículo e por região

REGIÃO	2005 – 2008 (1)			2009 – 2012 (2)			(2) – (1)
	CO <sub>g</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>g</sub> /veíc.	CO <sub>g</sub> (R\$)	Frota	CO <sub>g</sub> /veíc.	
N	92.978.524	74.603	1.246,31	64.979.303	340.857	190,63	(1.055,68)
NE	473.616.721	315.921	1.499,16	224.739.166	1.373.102	163,67	(1.335,49)
<b>NN</b>	<b>566.595.245</b>	<b>390.524</b>	<b>1.450,86</b>	<b>288.718.469</b>	<b>1.713.959</b>	<b>169,03</b>	<b>(1.281,82)</b>
SE	3.218.607.431	1.753.093	1.835,96	2.397.242.172	6.997.804	342,57	(1.493,39)
S	1.110.576.863	660.357	1.681,78	579.307.195	2.667.328	217,19	(1.464,60)
CO	894.131.788	229.109	3.902,64	858.033.249	983.009	872,86	(3.029,78)
<b>CS</b>	<b>5.223.316.083</b>	<b>2.642.560</b>	<b>1.976,61</b>	<b>3.834.582.616</b>	<b>10.648.141</b>	<b>360,12</b>	<b>(1.616,49)</b>
<b>BRASIL</b>	<b>5.789.911.327</b>	<b>3.033.084</b>	<b>1.908,92</b>	<b>4.124.301.085</b>	<b>12.362.101</b>	<b>333,62</b>	<b>(1.575,29)</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

Em relação ao mercado de gasolina C, embora o CO<sub>g</sub> tenha se reduzido em ambas as regiões CS e NN, o indicador ganhou maior participação na região Centro-Sul. No mercado de Etanol Hidratado, o CO<sub>e</sub> apresentou trajetória inversa e se elevou em ambas as regiões CS e NN, mantendo a mesma tendência de aumento de participação da gasolina no Centro-Sul do país. Entre 2005 e 2008, a distribuição do CO<sub>g</sub> nacional, entre as regiões NN e CS, era 9,8% e 90,2%, respectivamente; enquanto que entre 2009 e 2012 os valores passaram a 7,0% e 93,0%. Já o CO<sub>e</sub> ficou distribuído entre 30,9% no NN e 69,1% no CS, no primeiro período, passando a 27,5% no NN e 72,5% no CS, no segundo período. A Tabela 4-5 resume tais resultados.

Tabela 4-5: Participação de CO<sub>e</sub> e CO<sub>g</sub> do NN e CS

Região	2005-2008		2009-2012	
	CO <sub>e</sub> (%)	CO <sub>g</sub> (%)	CO <sub>e</sub> (%)	CO <sub>g</sub> (%)
NN	30,9	9,8	27,5	7,0
CS	69,1	90,2	72,5	93,0
BRASIL	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

Nota-se pela Tabela 4-5 que o Centro-Sul, em função da frota de veículos cerca de seis vezes superior, em relação ao Norte-Nordeste, concentra o custo de oportunidade de

ambos os combustíveis em relação ao Norte-Nordeste, além de apresentar aumento da participação de CO<sub>e</sub> e CO<sub>g</sub> da região em relação ao total nacional.

A análise das informações inter-regionais identifica como se comportaram as regiões brasileiras em relação ao total ocorrido no país e em cada grande região, de acordo com a abrangência geopolítica aplicada até então – Norte-Nordeste (NN) e Centro-Sul (CS). A contribuição de cada uma das regiões pertencentes ao NN e CS pode ser avaliada individualmente pelo resumo apresentado na Tabela 4-6, que retrata o peso de cada região no custo de oportunidade dos combustíveis no NN e CS.

Tabela 4-6: CO<sub>e</sub> e CO<sub>g</sub> das regiões no NN e CS

Regiões do NN	2005-2008		2009-2012	
	CO <sub>e</sub> (%)	CO <sub>g</sub> (%)	CO <sub>e</sub> (%)	CO <sub>g</sub> (%)
N	36,1	16,4	22,8	22,4
NE	63,9	83,6	77,2	77,6

Regiões do CS	2005-2008		2009-2012	
	CO <sub>e</sub> (%)	CO <sub>g</sub> (%)	CO <sub>e</sub> (%)	CO <sub>g</sub> (%)
SE	49,7	61,6	65,0	62,5
S	36,3	21,3	27,4	15,1
CO	14,0	17,1	7,7	22,4

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

Nota: observe que o peso do custo de oportunidade de cada combustível nas regiões N e NE é calculado com base nos custos de oportunidade totais (etanol e gasolina) incorridos no Norte-Nordeste (NN), enquanto que para as regiões SE, S e CO, são os custos de oportunidade totais no Centro-Sul (CS).

Adicionalmente, pela Tabela 4-6, nota-se que a região predominante para a ocorrência de custo de oportunidade no NN é a região Nordeste, visto que concentra a maior parte da frota de veículos leves nesta porção do país (cerca de 80%). No Centro-Sul, a região que determina o custo de oportunidade é a Sudeste, com aproximadamente 65% da frota. Do ponto de vista intrarregional, a repartição do custo de oportunidade, entre etanol e gasolina, se deu conforme apresentado na Tabela 4-7.

Nota-se que, proporcionalmente, os resultados encontrados após a aplicação do modelo mantêm-se na mesma linha de tendência entre os custos de oportunidade dos combustíveis: o etanol hidratado tornou-se mais representativo nos custos incorridos em todas as regiões brasileiras, enquanto que a gasolina reduziu a sua participação no custo de oportunidade total.

Tabela 4-7: Proporção entre CO<sub>e</sub> e CO<sub>g</sub> nas regiões, nas grandes regiões e no país

Região	2005-2008		2009-2012	
	CO <sub>e</sub> (%)	CO <sub>g</sub> (%)	CO <sub>e</sub> (%)	CO <sub>g</sub> (%)
N	23,1	76,9	63,9	36,1
NE	9,4	90,6	63,4	36,6
<b>NN</b>	<b>12,0</b>	<b>88,0</b>	<b>63,5</b>	<b>36,5</b>
SE	2,6	97,4	26,5	73,5
S	5,3	94,7	38,6	61,4
CO	2,6	97,4	10,6	89,4
<b>CS</b>	<b>3,2</b>	<b>96,8</b>	<b>25,7</b>	<b>74,3</b>
<b>BRASIL</b>	<b>4,1</b>	<b>95,9</b>	<b>30,8</b>	<b>69,2</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

A Figura 4-7 e a Figura 4-8 sintetizam os indicadores utilizados para ilustração do consumo de combustíveis *flexfuel* e o seu respectivo custo de oportunidade associado. Analogamente aos painéis no final do Capítulo 2, as figuras a seguir mantêm a mesma disposição de informações. Os períodos 2005-2008 e 2009-2012 são diferenciados pelo tom de cor das colunas (claro e escuro). Os dois gráficos da parte superior representam, à esquerda, o volume percentual de cada combustível no consumo total das unidades federativas; à direita, o custo de oportunidade por litro de combustível, expresso em reais por litro (R\$/L) – denominado de custo de oportunidade específico.



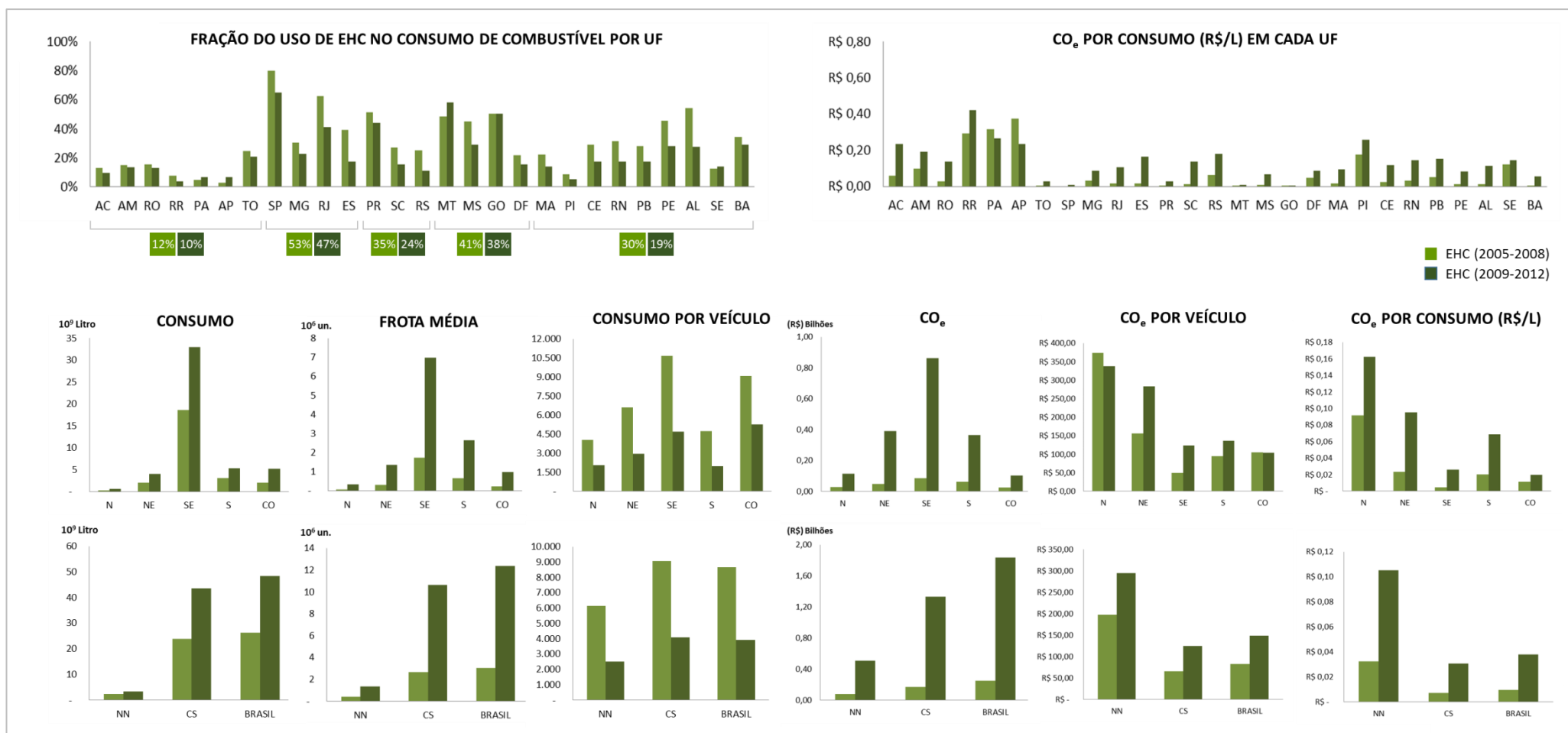


Figura 4-7: Painel de indicadores revisado do consumo regional *flexfuel* de EHC.

Fonte: Elaboração própria



Figura 4-8: Pannel de indicadores revisado do consumo *flexfuel* de gasolina C.

Fonte: Elaboração própria



Figura 4-9: Pannel de indicadores revisado do consumo regional *flexfuel*.

Fonte: Elaboração própria

O aumento do consumo de combustíveis líquidos segue, em grande medida, a trajetória de expansão da frota de veículos, tornando as tendências de crescimento semelhantes entre gasolina e álcool, conforme identificado nos gráficos de frota e de consumo de combustível. O consumo individual por veículo incorpora certo grau de diferenciação entre as regiões, identificando que em todas elas, com intensidade diferente, diminuiu o consumo individual de etanol, bem como ocorreu com a gasolina.

O resultado geral foi análogo sob a ótica dos grandes mercados – Centro-Sul (CS) e Norte-Nordeste (NN) –, identificando que o consumo individual de etanol se reduziu com intensidade semelhante entre as duas grandes regiões, gerando redução de consumo individual nacional. Da mesma forma, porém, em intensidade diferente, houve redução do consumo individual de gasolina em ambos os mercados, o que acarretou redução do consumo individual de gasolina na média nacional.

De acordo com a fração do uso dos combustíveis presente nos painéis, nota-se a nítida diferença entre os resultados preliminares (Capítulo 2) e os posteriores à modelagem. A perceptível influência dos veículos monocombustíveis nos indicadores apresentados, corrobora a necessidade do expurgo destas tecnologias para o cálculo de indicadores de consumo dos veículos *flex*. Destarte, a maior parte das conclusões apresentadas no Capítulo 2 sofrem alterações que devem ser mencionadas, conforme a seguir.

Em geral, a gasolina se destaca como o principal combustível, em base volumétrica, dos veículos leves do ciclo Otto, na maioria das unidades federativas brasileiras, em todo o período de análise (2005-12).

A maioria dos mercados estaduais apresentou comportamento semelhante em relação ao custo de oportunidade específico, com redução do  $CO_g$  e aumento do  $CO_e$ , entre os dois quadriênios compreendidos entre 2005 e 2012. Tal tendência torna-se mais perceptível na abordagem das regiões e grandes regiões, visto que tanto a região CS (CO, S e SE), quanto a NN (N e NE), sofreram redução do  $CO_g$  e aumento do  $CO_e$ , em função do aumento da participação do EHC na matriz de combustíveis automotivos do ciclo Otto, combinado à elevação do seu preço relativo ( $P_e/P_g$ ).

Os indicadores  $CO_g/L$  e  $CO_e/L$  mostram, respectivamente, redução e aumento do custo de oportunidade médio, quando avaliados nas regiões e grandes regiões do país. Na região NN, o custo de oportunidade por litro de etanol evolui de R\$ 0,03/L para R\$

0,11/L, gerando um aumento de custo  $\Delta CO_e/L = R\$ 0,08/L$ ; enquanto que o custo de oportunidade por litro de gasolina varia de R\$ 0,09/L para R\$ 0,01/L, gerando redução de  $\Delta CO_g/L = R\$ -0,08/L$ . A região CS também apresenta mesma tendência de comportamento, elevando o custo de oportunidade por litro do etanol de R\$ 0,01/L para R\$ 0,03/L, gerando aumento do custo de  $\Delta CO_e/L = R\$ 0,02/L$ . Em relação à gasolina, o custo de oportunidade por litro altera-se bastante, ao variar de R\$ 0,32/L para R\$ 0,07/L, o que representa uma economia  $\Delta CO_g/L = R\$ -0,25/L$ .

A análise regional mostra indícios de que o mercado de combustíveis no NN, em função de suas características particulares de preço e consumo, apresenta maior dificuldade de controlar o dispêndio adicional atribuído à escolha do combustível. A redução de R\$ 0,08/L de Gasolina C ocorreu simultaneamente ao aumento de R\$ 0,08/L de EHC, e só manteve  $\Delta(CO/L)_{TOTAL} < 0$  devido ao volume de comercialização da gasolina superior em relação ao do álcool (vide gráfico “CO por Consumo (R\$/L)” na Figura 4-9).

A região CS apresentou maior capacidade de controlar o dispêndio adicional atribuído à escolha do combustível por dois motivos, alto consumo de etanol hidratado em grande parte dos estados e preço relativo médio de EHC mais favorável<sup>70</sup> no CS do que no NN. A combinação dos efeitos gerou o aumento moderado de  $CO_e$  distribuído pelo consumo superior de biocombustível, quando comparado à região NN, reduzindo  $(CO/L)_{CS}$ .

A eliminação dos veículos monocombustíveis da análise de consumo de combustíveis do ciclo Otto alterou a conclusão de que a gasolina C, em base volumétrica, foi o combustível mais representativo dos veículos *flex* ao longo do período de análise. De fato, em 2005, o consumo de EHC e gasolina C era muito próximo (20 a 30 bilhões de litros), entretanto, entre 2009 e 2012, a representatividade volumétrica da gasolina C aumentou consideravelmente, chegando a cerca de uma vez e meia o consumo de EHC.

Conforme destacado na conclusão do Capítulo 2, a dinâmica do consumo de gasolina influenciou o indicador  $(CO/L)_{BR}$ , devido ao volume comercializado deste combustível ( $V_g$ ) ser aproximadamente cinco vezes o volume de etanol ( $V_e$ ), segundo aquela análise. Todavia, é importante destacar que há relativa diferença entre as frotas de veículos

---

<sup>70</sup>A paridade de preços mais favorável no CS do que no NN significa que a variação  $\Delta(P_e/P_g)$  não se afasta muito de  $E(P_e/P_g) \sim 0,7$ ; e com pouca frequência  $P_e/P_g > 0,7$ . Esses fatores contribuem para o alto nível de consumo relativo de EHC (33,7% no CS contra 15,2% no NN em 2009-2012) associado a baixo  $CO_e$ . De fato,  $(\Delta CO/\Delta Consumo)_{CS} < (\Delta CO/\Delta Consumo)_{NN}$  entre o primeiro e segundo quadrimestre.

aplicadas às análises anterior e posterior à modelagem, e, conseqüentemente, diferentes volumes relativos de combustível consumido.

No primeiro caso, o estoque de veículos leves fora representado mensalmente por toda a frota nacional, um quantitativo médio mensal de 25 a 30 milhões, entre 2005 a 2008, e 35 a 40 milhões, entre 2009 a 2012. No segundo caso, ao considerar estritamente os veículos *flex*, notam-se frotas médias mensais próximas a 3 e 13 milhões, em cada um dos quadriênios, respectivamente. Tendo em vista o crescimento coincidente das frotas, nota-se que o crescimento médio de 10 milhões de veículos concentrou-se na tecnologia *flexfuel*, devido ao seu adensamento no mercado automotivo nacional.

A aplicação da modelagem mostrou que há outros fatores, além do consumo relativo ( $V_e/V_g$ ), que influenciam o custo de oportunidade dos combustíveis. Em geral, um fator de grande influência no custo de oportunidade é o preço relativo de EHC ( $P_e/P_g$ ), cujo aumento tende a tornar a gasolina preferível, acarretando movimentos inversos entre  $CO_e$  (subida) e  $CO_g$  (descida). Considerando que a razão  $V_g/V_e$  evoluiu de 1,0 (2005) até cerca de 1,5 (2012), na média nacional, a descida de  $CO_g$  influencia  $CO$ <sup>71</sup> e  $(CO/L)$ <sup>72</sup> com maior intensidade do que a subida de  $CO_e$ , o que pode ser verificado nos gráficos “CO ( $CO_g + CO_e$ )” e “CO por Consumo (R\$/L)” da Figura 4-9.

A partir de 2007, os licenciamentos anuais de veículos leves foram os maiores da história do mercado automotivo nacional, sendo os veículos *flex* responsáveis por cerca de 90% dos números anuais. Tendo em vista a velocidade de penetração da tecnologia *flexfuel* e o significativo crescimento relativo da frota, é importante detalhar a trajetória mensal dos indicadores “CO por veículo” e “CO por consumo”, a fim de compreender a evolução das suas variações entre os quadriênios.

A Figura 4-10 e a Figura 4-11 identificam, respectivamente, estes indicadores em dois níveis de agregação – por unidade federativa e por grande região (CS ou NN). No primeiro caso, foram consideradas as unidades cujos custos de oportunidade foram mais relevantes, totalizando 80% do  $CO_e$  e  $CO_g$ . No segundo caso, foram consolidados os indicadores médios no Norte-Nordeste e Centro-Sul, em comparação à média nacional.

---

<sup>71</sup>  $CO = CO_e + CO_g$  (custo de oportunidade total).

<sup>72</sup>  $CO/L$  representa o custo de oportunidade específico total ou CO por consumo, denotado por  $\frac{CO_g + CO_e}{V_g + V_e}$ .

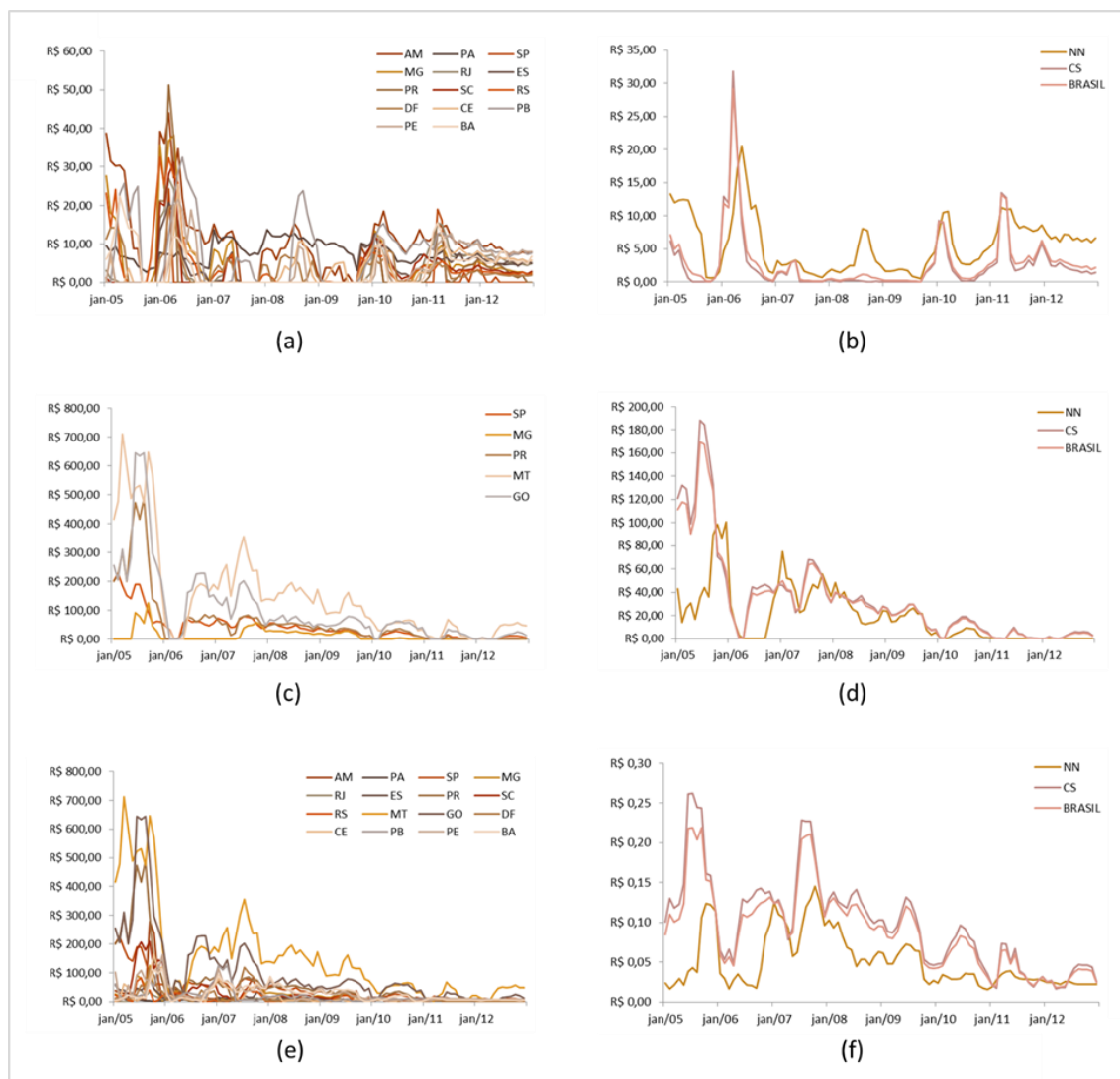


Figura 4-10: Indicador mensal de custo de oportunidade por veículo

Fonte: Elaboração própria

Nota: A Figura 4-10(a) e (b) representam a evolução mensal do CO<sub>g</sub>/veículo, respectivamente, nas unidades federativas mais representativas e nas grandes regiões; na mesma lógica, a Figura 4-10 (c) e (d) representam a evolução mensal do CO<sub>g</sub>/veículo. A Figura 4-10(e) e (f) mostra, sob a mesma lógica de agregação, os resultados mensais do indicador CO<sub>g</sub>/veículo.

Entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007, a subida de preços do EHC aliada a uma frota *flex* ainda em consolidação, ocasionou a disparada do CO<sub>g</sub>/veículo e contribuiu para a elevação da métrica no primeiro quadriênio. O maior destaque se deu na região Centro-Sul, a qual representa melhor o comportamento do indicador nacional (Figura 4-10b).

No caso da gasolina C, o indicador CO<sub>g</sub>/veículo concentrou-se até janeiro de 2006, consequência direta do preço relativo de EHC desfavorável ( $P_e/P_g < 0,70$ ) em grande parte das unidades federativas. O ano de 2005 incorreu no maior patamar médio do

indicador, tornando-o superior no primeiro quadriênio (2005-2008), quando comparado em relação ao segundo quadriênio (2009-2012), conforme ilustrado na Figura 4-7.

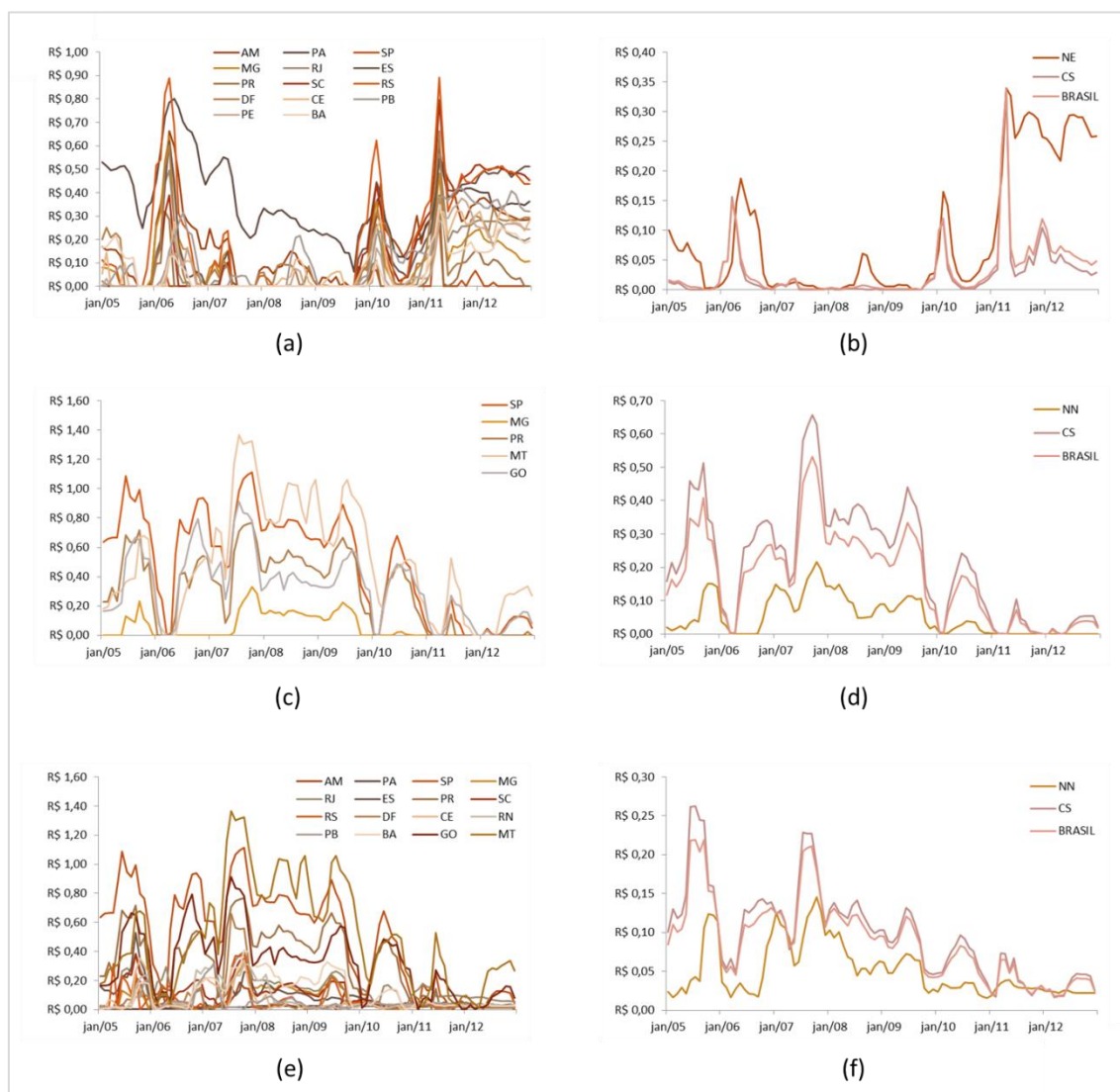


Figura 4-11: Indicador mensal de custo de oportunidade por consumo

Fonte: Elaboração própria

Nota: A Figura 4-11 segue a mesma lógica de apresentação, onde (a) e (b) referem-se à evolução mensal de  $CO_e/L$ ; (c) e (d) à  $CO_e/\text{veículo}$ , e (e) e (f) à  $CO/\text{veículo}$ .

O indicador de  $CO/L$  caracteriza uma medida de gasto monetário específico, ou seja, é uma métrica representativa do custo da escolha economicamente desvantajosa de uma unidade de combustível. Adicionalmente, reflete melhor o comportamento dos fatores de mercado, tais como preço e volume demandado, visto que abrange bens de consumo (combustível) com maior elasticidade-preço da demanda<sup>73</sup>. Dessa forma, a análise da

<sup>73</sup> Razão entre a mudança percentual na quantidade demandada e a mudança percentual no preço, em geral representada por  $E_p = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P} = \frac{P}{Q} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta P}$ ; onde Q é a quantidade demandada e P é o preço do bem.



trajetória dos custos de oportunidade específicos permite identificar os valores extremos do indicador, diluídos na média do quadriestremte, que refletem a dinâmica dos mercados regionais, bem como a diferença inter-regional.

A Figura 4-11(a) ilustra os períodos de crises do setor sucroalcooleiro em unidades federativas que compõem 80% dos maiores custos de oportunidade constituintes do  $CO_e$  nacional. A escalada do valor médio de  $CO_e/L$ , no quadriênio 2009-2012, se dá a partir de fevereiro de 2010, quando o indicador chega a atingir R\$ 0,62 por litro no Rio Grande do Sul (RS), simultaneamente a alguns estados com custos da ordem de R\$ 0,40 por litro no mesmo mês. No ano de 2011, observa-se o valor máximo de R\$ 0,89 por litro neste estado (RS), acompanhado de diversas unidades federativas cujos patamares de custo ultrapassam R\$ 0,40 por litro.

Embora os valores de  $CO_e$  indiquem custos médios máximos da ordem de R\$ 0,40 por litro (caso de Roraima), há unidades federativas com médias inferiores que apresentam valores extremos acima deste patamar de custo, como é o caso do Espírito Santo (ES), Rio Grande do Sul (RS) e Distrito Federal (DF), por exemplo. Nota-se que, embora a média de  $CO_e$  no quadriênio seja uma medida abrangente da situação dos mercados regionais, seus valores mensais podem oscilar significativamente em períodos de crise, e serem influenciados por características geopolíticas intrínsecas a cada região.

A Figura 4-11(b) ilustra o comportamento das grandes regiões, identificando que há um descolamento entre o  $CO_e$  do Norte-Nordeste (NN) e do Centro-Sul (CS), a partir do início do ano de 2011. Embora a maioria das unidades federativas do Norte-Nordeste e do Centro-Sul tenham apresentado aumento de  $CO_e/L$ , os efeitos da escalada do preço relativo, sobre cada região, são diferenciados, em função da estrutura de consumo do biocombustível traduzida pelo saldo líquido ( $m^3$ ) em cada UF (vide Tabela 2-1).

A regra geral indica que as regiões não produtoras de cana-de-açúcar (saldo líquido de EHC negativo) incorrem em preço relativo de etanol mais distantes da regra de paridade com a gasolina, ou seja,  $P_e/P_g > 0,7$ . Portanto, à medida que o valor absoluto do saldo líquido negativo cresce, o custo de oportunidade associado ao combustível tende a aumentar, devido ao volume crescente de biocombustível adquirido a preços relativos desfavoráveis.

Do ponto de vista do indicador  $CO_e/L$ , o fator mais influente torna-se a série de desvios de preço do EHC, definido como a diferença entre o preço praticado e o seu suposto preço em paridade com a gasolina C:  $\Delta P_e = P_e - 0,7P_g$ . Dividindo-se a Equação 2.2 pelo consumo de combustível, e reorganizando os termos, o indicador pode ser representado da seguinte forma:

$$CO_e = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{P_e(i)}{P_g(i)} - 0,7 \right] \times P_g(i) \times Ce(i) \times FA(i) \therefore$$

$$\frac{CO_e}{L} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{P_e(i)}{P_g(i)} - 0,7 \right] \times P_g(i) \times Ce(i) \times FA(i)}{\sum_{i=1}^n Ce(i)} \therefore$$

$$\frac{CO_e}{L} = \frac{\sum_{i=1}^n [P_e(i) - 0,7P_g(i)] \times [Ce(i) \times FA(i)]}{\sum_{i=1}^n Ce(i)} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta P_e(i) \times [Ce(i) \times FA(i)]}{\sum_{i=1}^n Ce(i)}$$

Conforme tal formulação, nota-se que o custo de oportunidade específico consiste na média de  $\Delta P_e$  atualizada a valor presente e ponderada pelo consumo de combustível. As eventuais desvantagens de custos incorridas nos mercados regionais são refletidas no desvio de preço do EHC nestas localidades, acarretando alto custo ao consumidor ou, até mesmo, inibição do consumo de biocombustível.

A maior parte das localidades que apresentam desvantagens no preço do etanol incorre em dificuldades logísticas de produção e transporte que nunca foram superadas entre 2005 e 2012. Adicionalmente, a carga tributária sobre o biocombustível não atua no sentido de compensar o custo de distribuição elevado e estimular o seu consumo. Portanto, em média, os valores de  $\Delta P_e$  tornam o  $CO_e$  naturalmente elevado, em locais onde a desvantagem de preço, em relação à gasolina, é um fator tradicional.

A diferença de estrutura entre os mercados do Norte-Nordeste e Centro-Sul no Brasil, evidenciada pelo preço relativo de EHC, torna-se muito visível no período crítico do setor sucroalcooleiro. Os custos de aquisição naturalmente elevados são potencializados pela conjuntura desfavorável da oferta de EHC, a partir de 2010. Dentre as unidades federativas nacionais, aquelas pertencentes às regiões Norte e Nordeste constituem a maioria das localidades desfavoráveis ao consumo de EHC, com desvios de preço ( $\Delta P_e$ ) e de preço relativo ( $P_e/P_g$ ) elevados, que influenciam o descolamento da curva  $CO_e/L$  do Norte-Nordeste da faixa nacional ( $CO_e/L < R\$ 0,15$ ) para a faixa R\$ 0,20 - R\$ 0,35.

## 4.2. Avaliação do padrão veicular

A metodologia de cálculo do custo de oportunidade, proposta neste estudo, até então, se baseia fundamentalmente na relação entre as eficiências de uso da gasolina C e do EHC nos motores ciclo Otto dos veículos *flex*. Conforme mencionado ao longo deste capítulo e dos capítulos anteriores, o suposto valor de referência para a razão  $E_c/E_g$  é 70% ou 0,7. A formulação metodológica, sugerida por PACINI & SILVEIRA (2011), e apresentada no Capítulo 2 expõe tal premissa, ao utilizar a razão  $P_c/P_g = 0,7$ ; como consequência de  $E_c/E_g = 0,7$ ; na Equação 2-2.

A variação da razão  $E_c/E_g$ , definida como  $\Delta E = E_c/E_g - 0,7$ ; ocasiona valores de custo de oportunidade superiores ou inferiores àqueles apresentados neste capítulo, à medida que  $E_c/E_g$  se desvia do seu valor teórico de referência. No caso em que  $E_c/E_g < 0,7$ ; verifica-se que os valores auferidos para  $CO_e$  e  $CO_g$  são, respectivamente, superiores e inferiores aos identificados pelo modelo, ou seja, a gasolina C apresenta um rendimento esperado melhor do que o EHC. Já no caso em que  $E_c/E_g > 0,7$ ; verifica-se o contrário, o EHC apresenta melhor rendimento esperado do que a gasolina C e, por isso,  $CO_e$  e  $CO_g$  estão, respectivamente, superestimados e subestimados no modelo.

A denominação “rendimento esperado” subentende que há distinção entre os valores de eficiência dos combustíveis, em função das suas condições de aferição. A estimativa da razão  $E_c/E_g$  advém da verificação da eficiência via ensaios de medição realizados em ambiente controlado, chegando-se a um “valor de bancada”. Todavia, em condições reais de utilização dos veículos, as eficiências dos combustíveis podem diferir dos valores esperados, em função de diversos<sup>74</sup> aspectos, tais como padrão de condução e nível de manutenção do veículo, por exemplo.

Admitindo-se  $E_c/E_g = 0,7$  como “razão de rendimento” esperada teórica, a diferença monetária, entre o custo de oportunidade real incorrido pelo consumidor e aquele calculado pela Equação 2-2, pode ser denotada por duas parcelas principais: sistemática e não-sistemática. Considerando-se um conjunto  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) de um mensurando, o erro sistemático é um erro controlável que afeta igualmente todas as  $n$  medições  $x_i$ , tornando-as igualmente deslocadas do valor verdadeiro  $x_v$  e ocasionando interferência na média do conjunto. Por outro lado, o erro não-sistemático ou aleatório (estatístico) é

---

<sup>74</sup> O custo de oportunidade real depende da eficiência de cada veículo individual, ressaltando que, dentre os fatores que podem influenciar o consumo de combustível, a forma de utilização e o comportamento de condução do consumidor são bastante determinantes (MME, 2009).

a medida da dispersão dos  $n$  resultados  $x_i$  em torno do valor verdadeiro  $x_v$ , atuando geralmente sobre a variância. Ou seja, é a representação das variações aleatórias nas medições, provenientes de fatores que não podem ser, ou não foram, controlados.

Por analogia, o desvio entre o valor de  $E_e/E_g$ , especificado por ensaios de laboratório, e o seu valor verdadeiro teórico esperado –  $E_e/E_g = 0,7$  – é considerado erro sistemático oriundo do viés tecnológico das empresas automotivas. Na prática, consiste na diferença entre o valor de bancada, obtido para o modelo de veículo  $x_i$ , e o valor teórico esperado, denotado analogamente como  $x_v = 0,7$ . A parcela não-sistemática ou aleatória refere-se à diferença entre o valor de  $E_e/E_g$  executado pelo veículo *flex*, em condições reais de condução e tráfego, e o valor de bancada determinado pela montadora.

Denotam-se as parcelas de  $\Delta E$  como  $\Delta E_S$  (sistemático) e  $\Delta E_{NS}$  (não-sistemático), sendo que  $\Delta E_S = (E_e/E_g)_i - 0,7$ ; onde  $(E_e/E_g)_i$  representa o valor projetado pela montadora para o  $i$ -ésimo veículo. Por outro lado,  $\Delta E_{NS} = (E_e/E_g)_r - (E_e/E_g)_i$ , onde  $(E_e/E_g)_r$  representa o valor exercido pelos veículos em condições reais de tráfego. Pela formulação, tem-se:

$$\Delta E = \Delta E_S + \Delta E_{NS} \quad (\text{Eq. 4-1})$$

$$\Delta E = \left( \frac{E_e}{E_g} \right)_i - 0,7 + \left( \frac{E_e}{E_g} \right)_r - \left( \frac{E_e}{E_g} \right)_i \therefore \Delta E = \left( \frac{E_e}{E_g} \right)_r - 0,7$$

Consequentemente, cada parcela de  $\Delta E$  ocasiona uma parcela correspondente no valor do desvio do custo de oportunidade ( $\Delta CO$ ), denotadas analogamente como:

$$\Delta CO = \Delta CO_S + \Delta CO_{NS} \quad (\text{Eq. 4-2})$$

Onde  $\Delta CO_S$  e  $\Delta CO_{NS}$  representam o custo de oportunidade sistemático, atribuído a  $\Delta E_S$ , e não sistemático, atribuído a  $\Delta E_{NS}$ , respectivamente.

O valor de  $\Delta E_{NS}$  sofre influência de diversas variáveis, devido à sua natureza aleatória, o que dificulta a aplicação de procedimentos metodológicos para sua estimação. Devido à influência de fatores individuais<sup>75</sup> na eficiência dos combustíveis no motor *flex*, ciclos de condução padrão limitam-se a simular o padrão médio de utilização dos veículos em ensaios de laboratório, chegando-se a estimativas para mensuração do valor de  $\Delta E_S$  apenas. Portanto, parte das oscilações de custo de oportunidade são capturadas pela sua

---

<sup>75</sup> Padrão de condução, perfil de trajeto e nível de manutenção do veículo, por exemplo.

parcela sistemática, enquanto que a fração não-mensurável se mantém oculta ao consumidor na parcela não-sistemática e não constitui objeto de análise deste estudo.

As “medições de bancada” dos valores de eficiência veicular são realizadas pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular – PBE Veicular, regulamentado através da Portaria nº 391, de 04 de novembro de 2008, do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, sob as condições padronizadas da norma NBR-7024, que determina que os testes sejam feitos com o uso de combustíveis padrão brasileiro e adoção de ciclos de condução pré-estabelecidos.

A metodologia adotada no Brasil é a mesma de países que possuem programas similares, pois somente os testes em laboratório permitem que os veículos sejam avaliados de forma padronizada, em condições controladas, garantindo que as medições possam ser repetidas e utilizadas em uma comparação uniforme entre modelos de veículos diferentes, dentro de uma mesma categoria (INMETRO, 2014).

A norma NBR-7024 da ABNT padroniza os ensaios de consumo de combustível simulando um ciclo de condução real. O método descrito nessa norma estabelece os ensaios a serem desenvolvidos em dinamômetros de chassi, simulando o ciclo de condução do veículo em trânsito urbano, de acordo com a NBR-6601 da ABNT, e em estrada. O consumo de combustível urbano é determinado pela média ponderada entre os valores de consumo de combustível com partida a frio e a quente, na mesma proporção utilizada, enquanto o consumo de combustível de estrada é determinado com partida a quente. Tal norma define a chamada autonomia de combustível combinada, calculada através da média harmônica ponderada das autonomies de combustível urbano e em estrada, na proporção de 55 e 45%, respectivamente (ABNT, 2010).

Segundo a avaliação do PBE Veicular, há modelos de veículos *flex* cujas taxas de compressão proporcionam maior eficiência de consumo de gasolina C ( $E_e/E_g < 0,7$ ) e outras de EHC ( $E_e/E_g > 0,7$ ). De fato, algumas avaliações divulgadas por meios de comunicação<sup>76</sup> não-oficiais mostram divergências entre os valores apresentados pelo PBE Veicular e a referência teórica ( $E_e/E_g = 0,7$ ), apontando indícios de que  $\Delta E_s = 0,02$ ; ou seja,  $E_e/E_g \approx 0,68$ . Afim de verificar a tendência de  $\Delta E_s$ , foram realizadas algumas avaliações relativas à eficiência veicular *flexfuel* no Brasil, descritas a seguir.

---

<sup>76</sup> Acessar <<http://www.valor.com.br/empresas/2964416/eficiencia-do-etanol-equivale-68-da-gasolina>>.

A avaliação da eficiência veicular recorreu inicialmente aos dados da literatura técnica da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Em seu relatório intitulado *Qualidade do Ar no estado de São Paulo 2010*, foram apresentadas as médias de eficiência dos combustíveis nos veículos *flexfuel*, como consta na Tabela 4-8.

Tabela 4-8: Eficiência de veículos novos.

Ano	Eficiência (Km/L)		
	Flex (Gasolina C)	Flex (EHC)	$E_c/E_g$
2002	-	-	-
2003	10,30	6,90	0,67
2004	10,80	7,30	0,68
2005	11,50	7,70	0,67
2006	11,70	7,80	0,67
2007	11,70	7,80	0,67
2008	11,70	7,38	0,63
2009	12,00	8,00	0,67
2010	12,20	8,30	0,68

Fonte: Elaboração própria a partir de CETESB (2011).

Segundo CETESB (2011), os resultados apresentados se referem ao consumo na cidade (ciclo de condução urbano), calculado através do balanço de carbono, segundo a norma ABNT NBR-7024. Observa-se que o padrão veicular médio de novos veículos vendidos não atende o “rendimento teórico esperado”, tendo em vista  $E_c/E_g \neq 0,7$ . De fato, desde a introdução dos veículos flexíveis no país, a média da razão de eficiência da frota *flexfuel* variou entre 0,63 e 0,68; sem atingir 0,7 em quaisquer dos anos até 2010.

A avaliação dos modelos de veículos contemplados no PBE Veicular ilustra a diferença de orientação tecnológica na indústria nacional. A Tabela 4-9 apresenta o resumo das informações de autonomia de combustível combinada (ABNT, 2010) das edições do PBE Veicular, separadas por edição do programa.

Conforme verificado, o  $\Delta E_s$  médio das versões veiculares das edições do programa indicam tendência do padrão médio nacional  $(E_c/E_g)_r = 0,68$ . Segundo a Tabela 4-9, entre 2009 e 2012, decresce a representatividade dos veículos cujo padrão de eficiência alcança  $E_c/E_g = 0,7$  e, no mesmo sentido, aumenta a diferença entre os valores máximo e mínimo de  $(E_c/E_g)_r$ . O coeficiente de variação das amostras anuais indica que as distribuições de  $(E_c/E_g)_r$  têm o seu grau de dispersão aumentado entre 2009 e 2010, e, posteriormente, sofrem tendência de redução do mesmo, indicando uma distribuição mais centrada de volta em torno da média 0,68.

Tabela 4-9: Tabela-resumo das edições do PBE Veicular

	Número de versões	$E(E_c/E_g)$	$E(\Delta E_s)$	$A(E_c/E_g)$	$DP(E_c/E_g)$	$CV(E_c/E_g)(\%)$	% Versões $E_c/E_g = 0,7$
2009	46	0,68	0,02	0,05	0,014	2,0	13,04
2010	51	0,68	0,02	0,10	0,020	2,9	17,65
2011	68	0,68	0,02	0,09	0,018	2,7	19,12
2012	186	0,68	0,02	0,09	0,018	2,7	8,06
2013	263	0,68	0,02	0,12	0,018	2,6	9,89

Fonte: Elaboração própria baseada em PBE Veicular (2013)

Nota:  $E(E_c/E_g)$ ;  $A(E_c/E_g)$ ;  $DP(E_c/E_g)$  e  $CV(E_c/E_g)$  representam, respectivamente, a média, amplitude, desvio-padrão e coeficiente de variação<sup>77</sup> da amostra de dados da autonomia de combustível combinada;  $E(\Delta E_s)$  representa a média do desvio de  $E_c/E_g$  (combinado) em relação a 0,7.

Embora as estatísticas amostrais da Tabela 4-9 representem a tendência do conjunto de veículos leves testados no âmbito do PBE Veicular, é importante destacar a contribuição das montadoras no cálculo da eficiência relativa dos combustíveis. A Figura 4-12 representa os modelos avaliados nas edições do programa entre 2009 e 2013, em ordem cronológica e segmentados por montadora. Nota-se que  $(E_c/E_g)_r < 0,70$  na maioria dos modelos de veículos, ou seja, parece haver uma tendência tecnológica que favorece o uso da gasolina C no motor ciclo Otto *flex* da indústria automotiva nacional. De fato, praticamente<sup>78</sup> todas as montadoras apresentam razão de eficiência média, avaliada pelo INMETRO, inferior a 70%, havendo algumas com valores médios de 62%, compostos por valores amostrais extremos iguais a 60%.

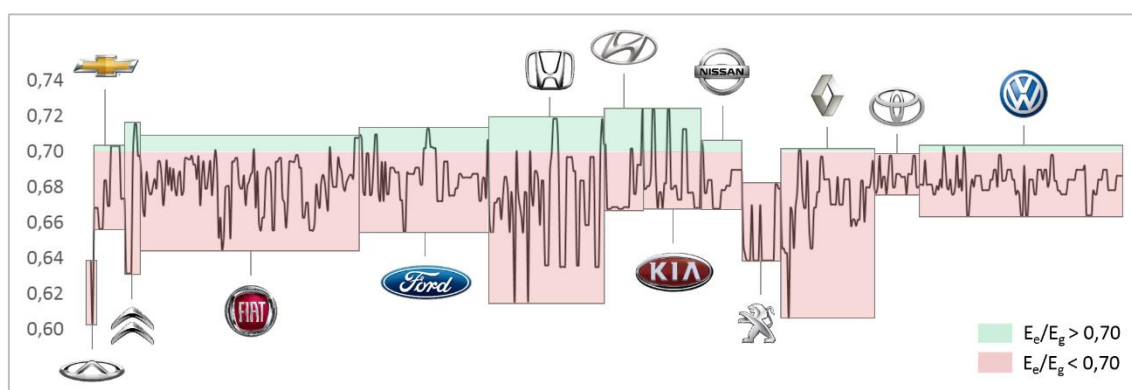


Figura 4-12:  $E_c/E_g$  do PBE Veicular sob a ótica das montadoras

Fonte: Elaboração própria baseada em PBE Veicular (2013)

<sup>77</sup> O coeficiente de variação de Pearson é uma medida de dispersão relativa, empregada para estimar a precisão de experimentos, sendo assim, é representada pelo desvio-padrão como porcentagem da média.

<sup>78</sup> Apenas General Motors e Mitsubishi apresentam valores médios acima de 70%, entretanto, não foram contempladas na Figura 4-12 por só possuírem um modelo avaliado pelo PBE Veicular.

Segundo a análise do valor médio de  $(E_e/E_g)_r$ , dentre os fabricantes nacionais de veículos que participaram do PBE Veicular, aqueles que se mostraram mais próximos do padrão teórico esperado para a indústria automotiva foram Ford, KIA e Toyota com valor médio de  $(E_e/E_g)_r$  igual a 0,69. Por outro lado, as montadoras com resultados mais discrepantes nesta análise foram Chery e Peugeot, com respectivos valores médios de 0,62 e 0,65; muito embora haja somente dois modelos de veículo da fabricante chinesa no histórico do programa até 2013: um sub-compacto (Chery Face 1.3-16V Flex) e outro médio (Chery Celer 1.5-16V Flex).

Afim de verificar a relevância dos resultados do PBE Veicular sobre a frota nacional de novos veículos, foi realizada a avaliação da eficiência dos veículos *flex*, em uma análise particular dos modelos mais vendidos no período 2009-12, em cinco estados: dois do Norte-Nordeste – Acre (AL) e Alagoas (AL) – e três do Centro-Sul – Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP). Os dados de vendas de veículos foram obtidos no anuário da Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (FENABRAVE) e as eficiências veiculares se basearam nas cinco edições do PBE Veicular<sup>79</sup> (PBE Veicular, 2013), entre os anos 2009 a 2013.

As considerações adotadas para o cálculo da eficiência média dos novos modelos nos estados supracitados foram:

- O período avaliado restringiu-se aos anos 2009 a 2013, em função da restrição de versões do PBE Veicular, cuja primeira edição se deu em novembro de 2008;
- A eficiência média mensal estimada baseou-se na média harmônica ponderada da autonomia de combustível combinada (ABNT, 2010) dos modelos mais vendidos, onde o peso considerado foram as vendas mensais de cada modelo;
- O conjunto de modelos veiculares mais vendidos compreende os automóveis e veículos comerciais leves, abrangidos por 95% das maiores vendas anuais de veículos identificadas pela FENABRAVE e presentes em alguma<sup>80</sup> das edições do PBE Veicular;
- Os modelos veiculares identificados pela FENABRAVE foram identificados de forma simplificada e não apresentaram o mesmo grau de detalhamento da

---

<sup>79</sup> Embora o PBE Veicular tenha sido reconhecido como referência válida para análise, algumas críticas sobre o programa podem ser encontradas em NIGRO & SZWARC (2009) e RODRIGUES (2012).

<sup>80</sup> Alternativa para contornar o caso em que os modelos de veículos não constam simultaneamente nas fontes de dados (FENABRAVE e PBE Veicular) do mesmo ano.



identificação realizada no PBE Veicular. Portanto, a associação entre os veículos de cada uma das fontes de dados se deu por meio da média aritmética das eficiências dos diferentes modelos contemplados em cada edição do programa, caracterizando um veículo representativo do modelo veicular presente na base de dados de vendas da FENABRAVE;

- Os modelos veiculares mais vendidos não foram necessariamente contemplados no PBE Veicular no mesmo ano de aferição das vendas. Portanto, as referências utilizadas para as eficiências destes modelos, basearam-se em edições distintas do programa, visto que constituem as únicas referências disponíveis;
- Supôs-se que algum modelo não contemplado em edições de anos anteriores, ou posteriores, não sofre evolução de eficiência significativa e, portanto, pode-se considerar válida a última (ou única) referência disponível;

Os valores de  $(E_c/E_g)_r$  encontrados para os automóveis foram iguais a 0,68 em todas as unidades federativas avaliadas, enquanto que para os veículos comerciais leves estes valores foram iguais a 0,69 em quatro do cinco estados, pois apenas o Estado de Minas Gerais<sup>81</sup> apresentou a média igual a 0,68. Portanto, nota-se que a razão entre a autonomia de combustível combinada do EHC e da gasolina C é superior para os veículos comerciais leves, na maioria dos casos.

Considerando-se o valor médio de  $(E_c/E_g)_r$  da frota como média dos valores de  $(E_c/E_g)_r$  para os automóveis e  $(E_c/E_g)_r$  para os veículos comerciais leves, ponderado pela frota de cada tipo de veículo, tem-se que o padrão veicular predominante da frota de novos veículos vendidos nos cinco estados é inferior à referência teórica, tendendo ao valor 0,68. O panorama geral da análise pode ser sintetizado pela Tabela 4-10, onde estão disponíveis os valores encontrados para os estados representativos do Norte-Nordeste (AC e AL) e Centro-Sul (RJ, MG e SP) brasileiros.

Tendo em vista a ausência de dados de vendas de veículos comerciais leves para o Estado de Minas Gerais no ano de 2009, a análise do comportamento regional dos mercados de novos veículos *flex* concentrou-se apenas nos quatro estados avaliados, caracterizados por dois blocos, em função de suas características semelhantes: RJ e SP (Centro-Sul) e AC e AL (Norte-Nordeste). Nota-se que, de fato, há algum padrão de

---

<sup>81</sup> O valor apresentado para o estado de Minas Gerais pode ter sido influenciado pela ausência de dados de venda de veículos pela FENABRAVE no ano de 2009.

semelhança entre os estados da mesma grande região, seja devido à proximidade ou a fatores geopolíticos comuns que os influenciam.

Os estados do Acre (AC) e Alagoas (AL) apresentam desvios-padrão idênticos e valores esperados para  $(E_e/E_g)_r$  muito próximos<sup>82</sup>, ocasionando coeficientes de variação bastante semelhantes. Já os estados do Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP) apresentam desvios-padrão e médias idênticas, o que proporciona idêntico coeficiente de variação, revelando que a dispersão ao longo dos meses para os valores de  $(E_e/E_g)_r$  é a mesma em ambos os dois estados do Centro-Sul.

Tabela 4-10: Eficiência veicular nas unidades federativas

UF	Tipo de veículo	$E(E_e/E_g)_r$	$DP(E_e/E_g)_r$	$V(E_e/E_g)_r$	$CV(E_e/E_g)_r$ (%)	$A(E_e/E_g)_r$
AC	Automóvel	0,68	0,002	0,000005	0,32	0,010
	Comercial leve	0,69	0,003	0,000007	0,39	0,013
	<b>Todos</b>	<b>0,68</b>	<b>0,002</b>	<b>0,000003</b>	<b>0,26</b>	<b>0,008</b>
AL	Automóvel	0,68	0,004	0,000016	0,59	0,016
	Comercial leve	0,69	0,001	0,000002	0,21	0,007
	<b>Todos</b>	<b>0,68</b>	<b>0,002</b>	<b>0,000004</b>	<b>0,31</b>	<b>0,008</b>
MG	Automóvel	0,68	0,003	0,000011	0,49	0,012
	Comercial leve	0,68	0,001	0,000001	0,11	0,003
	<b>Todos</b>	<b>0,68</b>	<b>0,002</b>	<b>0,000006</b>	<b>0,36</b>	<b>0,009</b>
RJ	Automóvel	0,68	0,002	0,000004	0,29	0,007
	Comercial leve	0,69	0,001	0,000002	0,20	0,005
	<b>Todos</b>	<b>0,68</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,17</b>	<b>0,005</b>
SP	Automóvel	0,68	0,002	0,000004	0,29	0,006
	Comercial leve	0,69	0,001	0,000001	0,15	0,004
	<b>Todos</b>	<b>0,68</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000002</b>	<b>0,17</b>	<b>0,004</b>

Fonte: Elaboração própria

Nota: É importante destacar que os valores de  $(E_e/E_g)_r$  referem-se à autonomia combinada de combustível, conforme as normas estabelecidas por ABNT (2010), já utilizadas ao longo deste capítulo para a análise da eficiência veicular do automóveis e veículos comerciais leves flexfuel.

Na Figura 4-13 são identificados os valores mensais de  $(E_e/E_g)_r$  para as unidades federativas selecionadas, nota-se que o comportamento ao longo dos meses é similar entre elas, à exceção de Estado de Minas Gerais no início do período. Depreende-se, inclusive, que os valores de  $(E_e/E_g)_r$  oscilam em torno de 0,68 e residem entre as bandas superior (0,69) e inferior (0,67), sugerindo que os valores de  $CO_e$  e  $CO_g$ , incorridos pelos usuários dos modelos de veículos leves envolvidos nesta análise, tendem a ser,

<sup>82</sup> Diferença entre  $E(E_e/E_g)_{r(AC)}$  e  $E(E_e/E_g)_{r(AL)}$  dada pela terceira casa decimal.

respectivamente, superiores e inferiores aos valores obtidos anteriormente pelas Equações 2-2 e 2-3. À rigor, nota-se que  $\Delta E_S$  difere de 0,02 na maior parte dos meses, em quaisquer estados, porém, o seu valor médio converge para tal e concorda com CETESB (2011), quanto ao valor de  $(E_e/E_g)_r = 0,68$ , tanto para o estado de São Paulo quanto para os outros quatro estados avaliados.

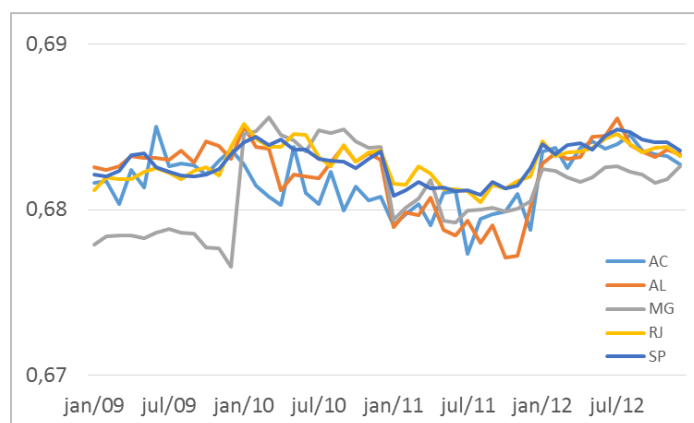


Figura 4-13: Eficiência veicular dos novos veículos leves

Fonte: Elaboração própria

À rigor, este número não consiste na razão média entre as autonomias combinadas do EHC e da gasolina C para a frota *flexfuel* brasileira. O procedimento de aferição para tal deveria avaliar integralmente o estoque nacional de veículos flexíveis em todo o período de existência da tecnologia *flex*. Todavia, o procedimento de estimação do valor médio de  $(E_e/E_g)_r$ , identificou um fator preponderante na eficiência da frota média nacional, em função da homogeneidade das vendas estaduais: a configuração do motor *flex* da indústria automotiva brasileira tem como base a motorização à gasolina.

Segundo FENABRAVE (2013), os veículos mais vendidos no país, entre 2009 e 2012, distribuem-se de forma relativamente homogênea entre as unidades federativas nacionais. Uma evidência pode ser obtida pela comparação entre as listagens de vendas de veículos de cada estado, ou mesmo da comparação entre as listagens estaduais e relatórios de venda consolidada nacional da própria FENABRAVE. Baseado na homogeneidade entre as vendas de veículos nas regiões brasileiras, infere-se que as demais unidades federativas tenham frotas de novos veículos *flexfuel* semelhantes às encontradas nesta análise, o que torna razoável a assunção da existência do valor médio de  $(E_e/E_g)_r = 0,68$  na frota *flex* brasileira, ou seja,  $\overline{\Delta E_S} = 0,02$ .

### 4.3. Análise de sensibilidade do custo de oportunidade

A partir da identificação do desvio sistemático da eficiência ( $\Delta E_s$ ), torna-se possível o cálculo do desvio sistemático do custo de oportunidade ( $\Delta CO_s$ ), no intuito de revisar os valores de  $CO_e$  e  $CO_g$ , apresentados na seção 4.1, e adequá-los ao panorama tecnológico mais provável presente na frota *flexfuel*. Para tal, a revisão das Equações 2-2 e 2-3 se dá pelas Equações 4-3 e 4-4, nas quais  $E_e/E_g$  é a representação simplificada de  $(E_e/E_g)_r$  e constitui um parâmetro na formulação do custo de oportunidade:

$$CO_e = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{Pe(i)}{Pg(i)} - \frac{E_e}{E_g} \right) \times Pg(i) \times Ce(i) \times FA(i) \right] \quad (\text{Eq. 4-3})$$

$$CO_g = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{Pe(i)}{Pg(i)} - \frac{E_g}{E_e} \right) \times Pg(i) \times Ce(i) \times FA(i) \right] \quad (\text{Eq. 4-4})$$

Supondo-se que os resultados verificados nos anos 2009-12 sejam reproduzidos nos quatro anos anteriores, as Equações 4-3 e 4-4 permitem realizar um ensaio sobre o custo de oportunidade mais provável, vigente nestes oito anos, ao considerar  $\overline{\Delta ES} = 0,02$  e, por conseguinte, atribuir os valores  $E_e/E_g = 0,68$  e  $E_g/E_e = 1,47$  como parâmetros de  $CO_e$  e  $CO_g$ , respectivamente. A Figura 4-14 ilustra qualitativamente o comportamento das curvas de custo de oportunidade para o EHC (esquerda) e gasolina C (direita), em função da alteração do parâmetro de eficiência relativa ( $E_e/E_g$ ). De fato, considerando-se o caso em que  $E_e/E_g < 0,70$  os custos de oportunidade associados à aquisição do EHC tornam-se ainda maiores do que se avaliados sob a hipótese de que  $E_e/E_g = 0,70$ ; visto que a eficiência relativa do combustível se torna inferior. Consequentemente, ocorre o efeito inverso para a gasolina C, pois adquire vantagem em relação ao biocombustível.

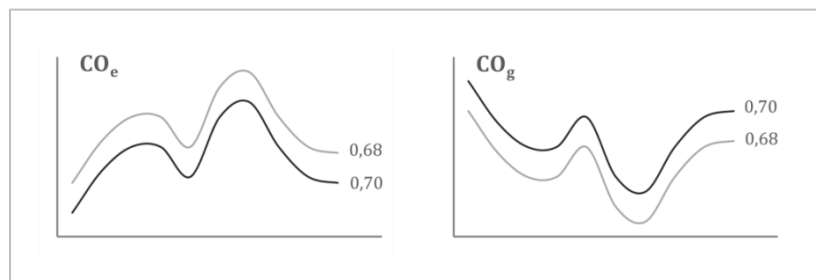


Figura 4-14: Curvas de  $CO_e$  e  $CO_g$  para cada  $E_e/E_g$

Fonte: Elaboração própria

As simulações realizadas buscaram identificar as alterações do indicador de custo de oportunidade específico total ( $CO/L$ ), sob diferentes níveis de agregação geográfica (estadual, regional e nacional), ao variar  $E_e/E_g$  entre os limites inferior e superior

auferidos na análise do PBE Veicular (vide Figura 4-12). Adicionalmente, foi realizado o ensaio sobre qual seria o valor deste parâmetro tecnológico que minimizaria os indicadores de custo, visto que os movimentos de  $CO_e$  e  $CO_g$  apresentam sentidos opostos em função de  $\Delta E_s$ .

É importante destacar que a simulação isolada de valores de  $CO_e$  ou  $CO_e/L$ , tanto quanto de  $CO_g$  ou  $CO_g/L$ , não representam conclusões precisas, visto que os valores destes indicadores diminuem e aumentam, respectivamente, em função do aumento de  $E_e/E_g$ . Dessa forma, a análise de  $CO$  ou  $CO/L$  é a alternativa para a identificação dos valores críticos de  $E_e/E_g$ . Entretanto, a análise depende dos intervalos escolhidos para a simulação, de modo que os valores críticos estejam presentes no intervalo previamente escolhido, a fim de capturar os valores mínimos de  $CO$  e  $CO/L$ . Felizmente, os valores identificados no PBE Veicular compreendem um intervalo suficiente para a realização das simulações e ilustração das conclusões, conforme realizado na Figura 4-15.

Os valores extremos apresentados pelos modelos avaliados no PBE Veicular oscilaram entre 0,60 (sub-compacto Chery Face 1.3-16V Flex) e 0,72 (modelos da Citroën, Honda, Hyundai e KIA), daí a simulação considerou  $CO = f\left(\frac{E_e}{E_g}\right)$ ; sendo  $\frac{E_e}{E_g} \in [0,60; 0,72]$ .

A Figura 4-15 divide-se em oito partes, as quais abordam os indicadores envolvidos na simulação do custo de oportunidade específico total ( $CO/L$ ). A primeira parte avalia  $CO/L$ , em função da eficiência relativa do EHC, nas unidades federativas. Cada uma das curvas identificadas no gráfico representa um valor de  $E_e/E_g \in [0,60; 0,72]$ , de forma que os valores mais próximos de 0,72 referem-se aos veículos *flex* mais eficientes a EHC, sendo representados em tonalidade esverdeada. Já os valores mais próximos de 0,60 referem-se aos veículos cuja eficiência à gasolina C é superior, sendo, portanto, representados em tonalidade avermelhada.

Nota-se que as unidades federativas da porção centro-sul do Brasil apresentam valores máximos de  $CO/L$  mais elevados, sobretudo Rio de Janeiro, Paraná, Mato Grosso e Goiás. Todavia, o panorama não é homogêneo entre tais estados; no Rio de Janeiro, notam-se custos de oportunidade específicos elevados, em função de veículos mais eficientes à gasolina C ( $E_e/E_g < 0,70$ ), enquanto em outros estados ocorre o oposto, ou seja, os custos são devidos à eficiência superior do EHC ( $E_e/E_g > 0,70$ ), caso semelhante ao Estado do Tocantins.

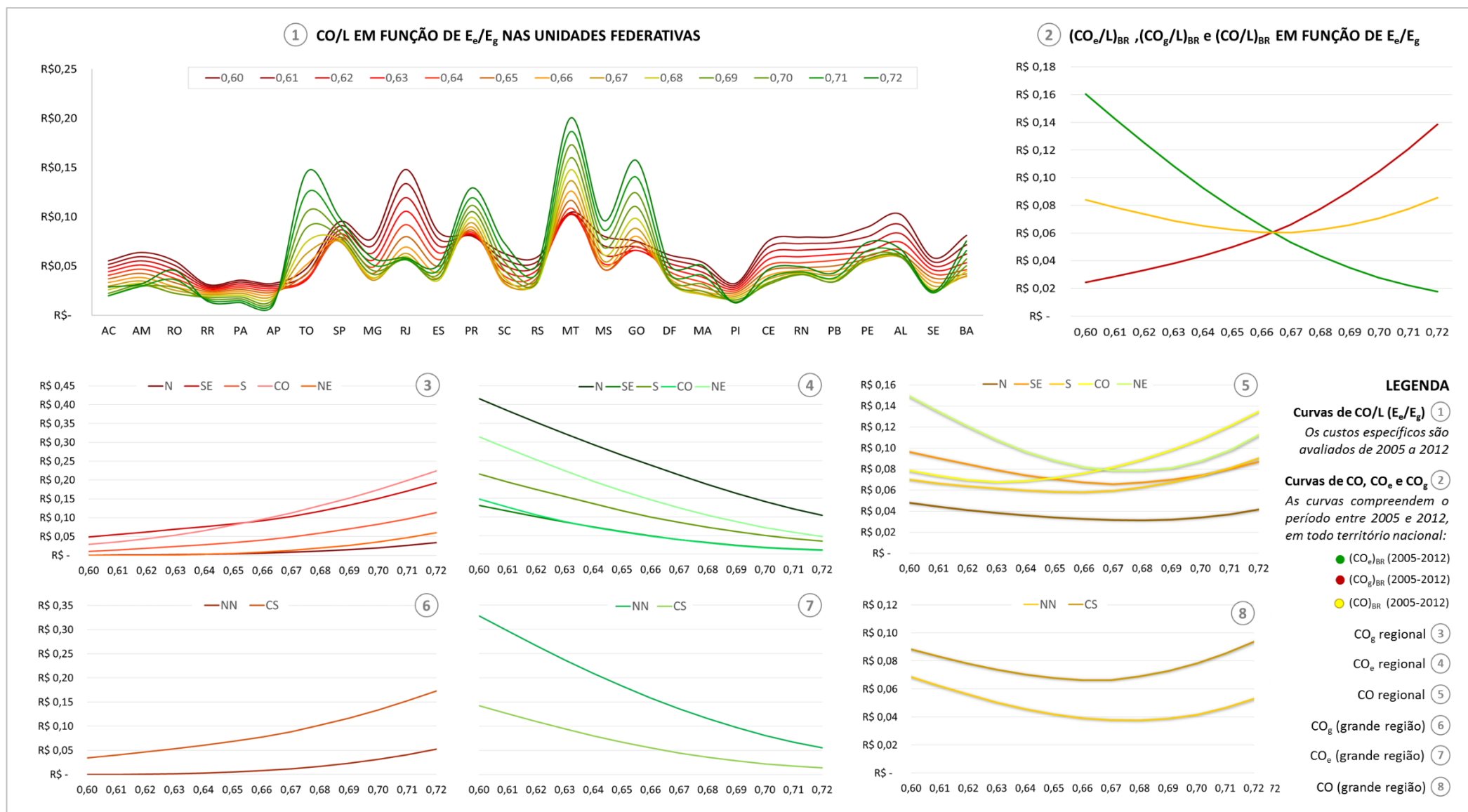


Figura 4-15: Simulação de CO,  $CO_e$  e  $CO_g$  em função de  $E_e/E_g$

Fonte: Elaboração própria

Depreende-se daí que uma medida de contorno à elevação de CO/L seria o incentivo a veículos mais eficientes com combustíveis que minimizem localmente o indicador. Sendo assim, o tipo de motorização aplicado ao Rio de Janeiro, por exemplo, deveria ser oposto àquele aplicado ao resto dos estados destacados acima. Embora a porção Centro-Sul seja a responsável pelos maiores valores de CO/L obtidos na simulação, a mesma estratégia pode ser aplicada à região Nordeste (NE), por exemplo, onde o estímulo a veículos mais eficientes a EHC evitaria o aumento do indicador.

A segunda parte avalia o custo de oportunidade específico, compreendido entre 2005 e 2012, em abrangência nacional, destacando as curvas  $\text{CO}_g/\text{L}$  (vermelha) e  $\text{CO}_e/\text{L}$  (verde), que constituem CO/L (amarela). Nota-se que, pela influência do parâmetro tecnológico nas equações que calculam os indicadores, os comportamentos tendenciais de  $\text{CO}_e$  e  $\text{CO}_g$  são de, respectivamente, diminuir e aumentar, em função do aumento de  $E_e/E_g$ ; efeito idêntico sobre as versões específicas destes indicadores ( $\text{CO}_e/\text{L}$  e  $\text{CO}_g/\text{L}$ ). Dessa forma, há um valor crítico para  $E_e/E_g$  que minimiza o custo de oportunidade total, bem como a sua correspondente específica, sendo o valor desta última de R\$ 0,06/L.

A terceira, quarta e quinta partes abordam os indicadores específicos nas regiões brasileiras, identificando as suas respectivas curvas de  $\text{CO}_e/\text{L}$ ,  $\text{CO}_g/\text{L}$  e CO/L. Pelo mesmo princípio qualitativo explicado anteriormente, nota-se que há valores críticos de  $E_e/E_g$  que minimizam CO/L a R\$ 0,08 para a região Nordeste (NE); cerca de R\$ 0,07 para as regiões Sudeste (SE) e Centro-Oeste (CO); aproximadamente R\$ 0,06 para a região Sul (S); e cerca de R\$ 0,03 para a região Norte (N).

A sexta, sétima e oitava partes fazem o mesmo tipo de abordagem para as grandes regiões Norte-Nordeste (NN) e Centro-Sul (CS). Nota-se que o Centro-Sul brasileiro incorre em CO/L mínimo próximo de R\$ 0,06 por litro, enquanto a porção Norte-Nordeste atinge valor mínimo inferior próximo de R\$ 0,04 por litro.

O valor do parâmetro tecnológico que minimiza o custo de oportunidade total é denominado eficiência relativa crítica, denotada por  $(E_e/E_g)_c$ . Destarte, a simulação buscou avaliá-lo em três períodos – 2005 a 2008, 2009 a 2012 e 2005 a 2012 –, afim de identificar a variação do valor crítico do parâmetro, entre os quadriênios, e estimar o valor médio do período integral. Levando-se em conta os períodos avaliados, notam-se valores distintos entre as unidades federativas, regiões e grandes regiões brasileiras, no

entanto, a diferença se reduz à medida que aumenta o nível de agregação geográfico da análise (unidades federativas → regiões → grandes regiões)

A Figura 4-16 ilustra, na porção superior do painel, os valores críticos de  $E_c/E_g$ , em cada quadrimestre, avaliados nas unidades federativas, regiões e grandes regiões do Brasil. Os valores identificados permitem minimizar o custo de oportunidade de EHC e gasolina C conjuntamente, em cada período avaliado. Na porção inferior da figura, são retratadas seis configurações de  $E_c/E_g$  e os respectivos valores de custo de oportunidade por litro incorridos nas unidades federativas em cada quadrimestre.

O primeiro caso ilustra a avaliação presente na Figura 4-9, na qual supõe-se que a razão de eficiência, entre o EHC e a gasolina C, no motor *flex* de qualquer veículo da frota nacional, vale 0,70 ou 70%. Trata-se, portanto, de uma ilustração teórica, no intuito de contextualizar os casos seguintes quanto à sensibilidade do custo de oportunidade total e específico em função de  $E_c/E_g$ .

O segundo caso ilustra o resultado encontrado no item anterior, no qual o valor médio nacional de  $E_c/E_g$  vale 0,68 ao invés de 0,70. Em tal configuração, supõe-se que toda a frota *flex* nacional se comporta como um veículo médio padrão cujo valor da razão de eficiência vale 68%. Como consequência, o valor de CO, avaliado entre 2005 e 2012, reduz-se de cerca de R\$ 12 bilhões ( $E_c/E_g = 0,70$ ) para R\$ 10,63 bilhões ( $E_c/E_g = 0,68$ ). Nota-se que o custo de oportunidade específico se reduz em diversas unidades federativas também, em relação à configuração anterior, o que, de fato, reflete uma situação mais próxima da realidade, onde  $E_c/E_g \sim 0,68$ , conforme estimado.

O terceiro caso representa a adoção de  $(E_c/E_g)_c = 0,67$  (valor crítico nacional de  $E_c/E_g$ ), o qual minimiza o custo de oportunidade total do país (2ª parte da Figura 4-15). Nesta situação, supõe-se que todos os veículos *flex* da frota nacional comportam-se como um veículo médio padrão cujo valor da razão de eficiência vale 67%, o que permite atingir uma redução de aproximadamente R\$ 360 milhões, em relação ao caso anterior. Nota-se que, a generalização do valor 67% implica valores mínimos para CO e CO/L, quando avaliados em escala nacional. Entretanto, este não é o consenso para avaliações em escalas menores, visto que, individualmente, regiões ou unidades federativas podem aumentar ou diminuir seus indicadores em relação a esse valor.



O quarto, quinto e sexto casos representam escalas menores de avaliação, supondo que pode haver diferenciação entre os padrões veiculares entre as grandes regiões (4º caso), regiões (5º caso) e unidades federativas (6º caso). No quarto caso, portanto, supõe-se a prática dos valores críticos de  $E_c/E_g$  na frota de cada região, representando  $E_c/E_g = 0,68$  para a porção Norte-Nordeste (NN), com  $(CO/L)_{NN} \sim R\$ 0,04$ ; e  $E_c/E_g = 0,66$  para a porção Centro-Sul (CS), com  $(CO/L)_{CS} \sim R\$ 0,07$ . Em geral, a hipótese sugere que a diferenciação entre as frotas das porções Centro-Sul e Norte-Nordeste permite uma redução estreita de custo e oportunidade de R\$ 10,27 bilhões para R\$ 10,26 bilhões, cerca de R\$ 10 milhões em relação ao caso anterior.

O quinto caso reduz a abrangência da análise e supõe que a diferenciação entre as frotas se dá a nível regional, o que, de fato, representa apenas uma diferenciação entre as regiões da porção Centro-Sul (CS), visto que as regiões Nordeste (NE) e Norte (N) apresentam valores críticos de  $E_c/E_g = 0,68$  e corroboram com a média estimada para o 2º caso. Já as regiões Sul (S), Sudeste (SE) e Centro-Oeste (CO) diferenciam-se entre si com valores críticos de  $E_c/E_g$  iguais a 0,66; 0,67 e 0,63; respectivamente.

A contribuição da hipótese, associada ao 5º caso, para a redução do custo de oportunidade total é de cerca de R\$ 285 milhões em relação ao caso anterior (4º caso). Do ponto de vista regional, o que se verifica, no Centro-Sul, é a redução de  $(CO/L)_S$  de R\$ 0,07 para R\$ 0,06, enquanto que  $(CO/L)_{SE}$  e  $(CO/L)_{CO}$  se mantêm inalterados em relação ao caso anterior. Na porção Norte-Nordeste, verifica-se a redução de  $(CO/L)_N$  de R\$ 0,04 para R\$ 0,03 contraposta ao aumento de  $(CO/L)_{NE}$  de R\$ 0,04 para R\$ 0,08.

O sexto caso exemplifica a situação onde o custo de oportunidade poderia ter atingido seu valor mínimo no país de 2005 a 2012, supondo-se a adoção do valor crítico de  $E_c/E_g$  próprio de cada UF às suas respectivas frotas *flexfuel*. A contribuição desta hipótese no custo de oportunidade total consiste em uma economia de mais de R\$ 400 milhões, em relação ao caso anterior. Dentre as 27 unidades federativas, treze delas apresentaram redução, enquanto que quatorze apresentaram manutenção dos valores de  $CO/L$  em relação à alocação regional de  $(E_c/E_g)_c$  (5º caso).

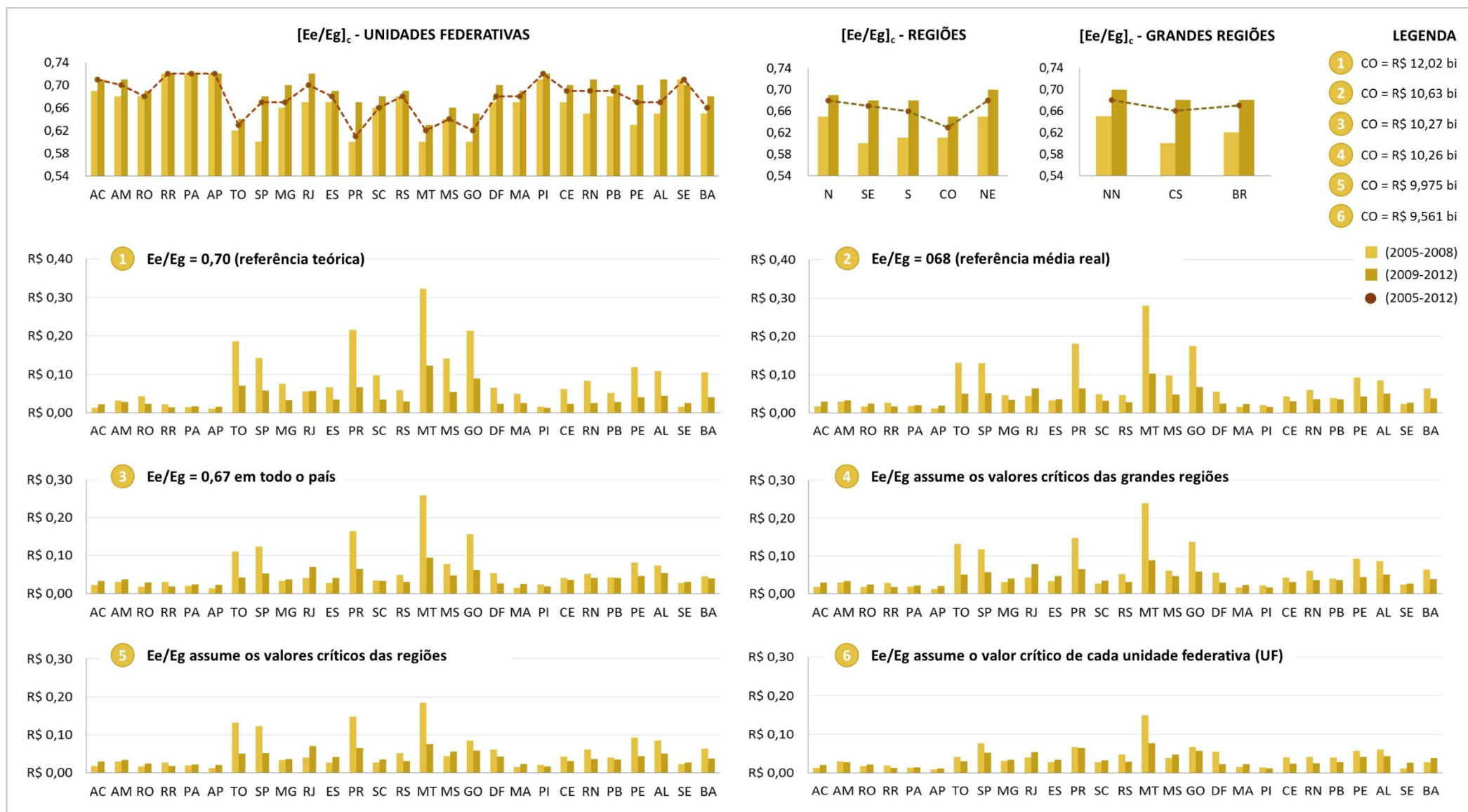


Figura 4-16: Simulação de CO em função de  $(E_e/E_g)_c$

Fonte: Elaboração própria

Embora as unidades federativas totalizem 26 estados e um Distrito Federal, a adoção do valor crítico de cada uma delas pode ser definida pelo seguinte conjunto de valores:  $(E_e/E_g)_c \in \{0,61; 0,62; 0,63; 0,64; 0,66; 0,67; 0,68; 0,69; 0,70; 0,71; 0,72\}$ . Nota-se, portanto, que há locais cujos valores críticos são idênticos, podendo ser divididos em onze grupos principais. O processo de ampliação<sup>83</sup> dos conjuntos de valores de  $E_e/E_g$ , ao longo dos casos, permitiu reduzir CO e CO/L devido à abrangência crescente de valores disponíveis de  $(E_e/E_g)_c$ , possibilitando a simulação dos indicadores de cada UF a partir de parâmetros mais próximos de seus valores críticos individuais. Ou seja, à medida que aumenta a diferenciação do padrão veicular, há maior grau de liberdade para que cada frota estadual pratique seu valor crítico e, portanto, minimize localmente o seu custo.

A Tabela 4-11 identifica a evolução do CO/L nas unidades federativas, caracterizando a trajetória<sup>84</sup> dos valores de cada caso em relação ao caso imediatamente anterior. A partir deste resumo, pode-se delimitar qual é a melhor estratégia de redução do custo em cada unidade federativa. Por exemplo, pela tabela, nota-se que o Estado do Amazonas (AM) é insensível aos casos apresentados; o mesmo ocorre para o Espírito Santo (ES), Rio Grande do Norte (RN), Pernambuco (PE) e Alagoas (AL) também.

Já no caso do Mato Grosso do Sul (MS) a estratégia para redução dos custos envolve os casos simulados, de modo que há redução dos indicadores entre 1 e 2, 3 e 4, 5 e 6, identificando que o atendimento ao valor crítico estadual é economicamente mais eficaz do que as propostas de valores para  $E_e/E_g$  dos casos anteriores. A avaliação do benefício do grau de especialização da frota de cada UF é identificada na última coluna da tabela (coluna mais à direita), na qual o índice representa o caso limite para a melhoria do valor do seu indicador de custo.

O método de avaliação considerou o Caso 1 uma abordagem teórica da razão de eficiência dos veículos *flexfuel*, visto que, conforme apresentado no item 4.2, há evidências de que as frotas estaduais apresentem  $E_e/E_g \neq 0,70$ . Destarte, a solução básica permanece o Caso 2, onde supõe-se  $E_e/E_g = 0,68$  como valor médio nacional, mantendo o valor mínimo do caso limite restrito a (2). A partir de tais considerações, a avaliação verifica qual é o menor índice que representa redução definitiva do custo de

<sup>83</sup> Os conjuntos listados são, na sequência da descrição dos casos:  $\{0,70\}$ ;  $\{0,68\}$ ;  $\{0,67\}$ ;  $\{0,66; 0,68\}$ ;  $\{0,63; 0,66; 0,67; 0,68\}$  e  $\{0,61; 0,62; 0,63; 0,64; 0,66; 0,67; 0,68; 0,69; 0,70; 0,71; 0,72\}$ .

<sup>84</sup> A simbologia indicativa da trajetória encontra-se explicada na nota da própria tabela.

oportunidade específico de cada UF, entre (2) e (6), prevalecendo o menor índice no caso de empate<sup>85</sup>.

Tabela 4-11: Evolução do CO/L (R\$/L) em função dos casos simulados

UF	CASO 1 ( $E_e/E_g = 0,70$ )	CASO 2 ( $E_e/E_g = 0,68$ )	CASO 3 ( $E_e/E_g = 0,67$ )	CASO 4 ( $E_e/E_g = GR_i$ )	CASO 5 ( $E_e/E_g = R_j$ )	CASO 6 ( $E_e/E_g = UF_k$ )	CASO LIMITE
AC	0,02	0,03 (↑)	0,03 (–)	0,03 (–)	0,03 (–)	<b>0,02 (↓)</b>	(6)
AM	0,03	<b>0,03 (–)</b>	0,03 (–)	0,03 (–)	0,03 (–)	0,03 (–)	(2)
RO	0,03	0,02 (↓)	0,03 (↑)	<b>0,02 (↓)</b>	0,02 (–)	0,02 (–)	(2)
RR	0,02	0,02 (–)	0,02 (–)	0,02 (–)	0,02 (–)	<b>0,01 (↓)</b>	(6)
PA	0,02	0,02 (–)	0,02 (–)	0,02 (–)	0,02 (–)	<b>0,01 (↓)</b>	(6)
AP	0,01	0,02 (↑)	0,02 (–)	0,02 (–)	0,02 (–)	<b>0,01 (↓)</b>	(6)
TO	0,10	0,07 (↓)	0,06 (↓)	0,07 (↑)	0,07 (–)	<b>0,03 (↓)</b>	(6)
SP	0,09	0,08 (↓)	0,07 (↓)	0,08 (↑)	<b>0,07 (↓)</b>	0,07 (–)	(3)
MG	0,05	<b>0,04 (↓)</b>	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	(2)
RJ	0,06	0,06 (–)	0,06 (–)	0,07 (↑)	0,06 (↓)	<b>0,06 (–)</b>	(2)
ES	0,04	<b>0,04 (–)</b>	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	(2)
PR	0,11	0,10 (↓)	0,09 (↓)	0,09 (–)	0,09 (–)	<b>0,08 (↓)</b>	(6)
SC	0,05	0,04 (↓)	<b>0,03 (↓)</b>	0,03 (–)	0,03 (–)	0,03 (–)	(3)
RS	0,04	<b>0,03 (↓)</b>	0,03 (–)	0,04 (↑)	0,04 (–)	0,03 (↓)	(2)
MT	0,17	0,15 (↓)	0,14 (↓)	0,13 (↓)	<b>0,10 (↓)</b>	0,10 (–)	(5)
MS	0,08	0,06 (↓)	0,06 (–)	0,05 (↓)	0,05 (–)	<b>0,04 (↓)</b>	(6)
GO	0,12	0,10 (↓)	0,09 (↓)	0,08 (↓)	0,07 (↓)	<b>0,06 (↓)</b>	(6)
DF	0,04	<b>0,03 (↓)</b>	0,04 (↑)	0,04 (–)	0,05 (↑)	0,03 (↓)	(2)
MA	0,03	<b>0,02 (↓)</b>	0,02 (–)	0,02 (–)	0,02 (–)	0,02 (–)	(2)
PI	0,01	0,02 (↑)	0,02 (–)	0,02 (–)	0,02 (–)	<b>0,01 (↓)</b>	(6)
CE	0,03	<b>0,03 (–)</b>	0,04 (↑)	0,03 (↓)	0,03 (–)	0,03 (–)	(2)
RN	0,04	<b>0,04 (–)</b>	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	(2)
PB	0,03	0,04 (↑)	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	<b>0,03 (↓)</b>	(6)
PE	0,06	<b>0,06 (–)</b>	0,06 (–)	0,06 (–)	0,06 (–)	0,06 (–)	(2)
AL	0,06	<b>0,06 (–)</b>	0,06 (–)	0,06 (–)	0,06 (–)	0,06 (–)	(2)
SE	0,02	0,03 (↑)	0,03 (–)	0,03 (–)	0,03 (–)	<b>0,02 (↓)</b>	(6)
BA	0,06	<b>0,04 (↓)</b>	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	0,04 (–)	(2)

Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2015)

Nota:  $GR_i$ ,  $R_j$  e  $UF_k$  representam, respectivamente, o valor de  $(E_e/E_g)_c$  na i-ésima grande região ( $i = 1, 2$ ); na j-ésima região ( $j = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ) e nas k-ésima unidade federativa ( $k = 1, 2, \dots, 27$ ). A simbologia utilizada indica, respectivamente, que (↓) o valor diminuiu em relação ao caso anterior; (↑) o valor subiu em relação ao caso anterior; ou (–) o valor manteve-se constante em relação ao caso anterior.

Por exemplo, o Estado de Rondônia (RO) tem o custo incrementado ao migrar do Caso 2 para o Caso 3; em seguida, o custo se reduz do Caso 3 para o 4, e permanece

<sup>85</sup> A priorização do menor índice, no caso de empate, reside no custo-benefício entre as alternativas; o aumento do grau de especialização da frota se faz necessário se houver redução do custo. Portanto, no caso de empate, prevalece a solução mais abrangente (menor índice).

inalterado nos casos seguintes. Portanto, (2) é o índice mínimo que garante uma redução definitiva de custo entre (2) e (6). Já no caso do Distrito Federal (DF), nota-se que o caso limite vale (2), pois apenas (2) e (6) atingem o valor de R\$ 0,03/L, sendo (2) o índice vencedor do empate. A Tabela 4-12 resume os casos limite e as unidades federativas envolvidas em cada caso.

Tabela 4-12: Conjunto de casos simulados

<b>CASO 2</b> ( $E_c/E_g$ )	AM	RO	MG	ES	RS	DF	MA	CE	RN	PE	AL	BA	RJ
	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
<b>CASO 3</b> ( $E_c/E_g$ )	SC	SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,67	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CASO 5</b> ( $E_c/E_g$ )	MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CASO 6</b> ( $E_c/E_g$ )	RR	PA	AP	PI	AC	SE	PB	MS	TO	GO	PR	-	-
	0,72	0,72	0,72	0,72	0,71	0,71	0,69	0,64	0,63	0,62	0,61	-	-

Fonte: Elaboração própria

Nota-se que o caso 4 não representou caso limite de nenhuma das unidades federativas, demonstrando que a especialização da frota das grandes regiões é uma medida pouco eficiente. As unidades federativas recebem, como sugestão de valor médio para o parâmetro  $E_c/E_g$  de suas frotas *flexfuel*, os valores críticos dos seus casos limite. Embora pouco factível<sup>86</sup> como medida de incentivo, a especialização das frotas *flexfuel* regionais permite a redução da ineficiência econômica no processo de escolha de combustível, supondo-se que o padrão de comportamento do consumidor é bem retratado pelo período avaliado.

A configuração básica, presente na Tabela 4-12, consiste na primeira configuração intermediária para a frota nacional, onde doze estados e o Distrito Federal (DF) mantêm o valor médio da frota já existente, ou seja,  $E_c/E_g = 0,68$  (vide item 4.2). Os Estados de São Paulo (SP) e Santa Catarina (SC) enquadram-se no Caso 3, onde o padrão médio sugerido para a frota *flexfuel* converge para  $E_c/E_g = 0,67$ ; gerando a economia de cerca de R\$ 126 milhões para o Estado de São Paulo, em relação ao padrão médio da sua frota *flex* atual. Enquanto isso, em Santa Catarina a economia chega a R\$ 32 milhões.

A sugestão para o Estado do Mato Grosso (MT) converge para  $E_c/E_g = 0,63$ ; valor muito

<sup>86</sup> A baixa factibilidade de medidas de especialização das frotas estaduais se baseia nos mecanismos atuais utilizados como incentivo à indústria automotiva. A prática comum é a redução do IPI às montadoras, todavia, sua aplicação restrita a determinados estados é inviável, haja vista o caráter federal do tributo. Há, contudo, o IPVA e o ICMS que podem, em grande medida, incentivar o avanço de diferentes tipos de frotas por UF.

próximo do crítico que proporciona economia de aproximadamente R\$ 147 milhões, em relação ao valor médio da frota atual. Os outros onze estados são incentivados a atingir o seu valor crítico, pois os casos limites destes estados consistem na especialização estadual das frotas *flex* (enquadrados no caso 6), o que representa a configuração mais economia em relação à situação atual.

O valor final de  $CO_{2005-2012}$ , nesta configuração, fica intermediário aos casos 5 e 6, o que representa uma solução melhor do que a especialização das frotas estaduais (caso 6), em termos de adequação<sup>87</sup> a esses mercados, e melhor do que a especialização regional, em termos de custos. Comparando-se  $CO_{2005-2012}$  dessa configuração com o valor originado pelo caso 2 (cenário atual), nota-se uma economia de cerca de R\$ 1,0 bilhão de reais no período, o que representa em termos práticos cerca de R\$ 125 milhões na média anual.

As configurações adicionais passam pela composição de frotas médias constituídas a partir de agrupamentos de unidades federativas enquadradas no 3º, 5º e 6º casos. O intuito do ensaio consiste na verificação dos possíveis arranjos que englobam a maior parte dos estados, sob o mesmo padrão tecnológico ( $E_e/E_g$ ), com o menor incremento<sup>88</sup> de custo em relação ao caso básico da Tabela 4-12.

Os estados envolvidos, alocados em suas respectivas regiões, são (SP)<sub>SE</sub>; (SC, PR)<sub>S</sub>; (MT, MS, GO)<sub>CO</sub>; (RR, PA, AP, AC, TO)<sub>N</sub> e (PI, SE, PB)<sub>NE</sub>; distribuídos nos cinco conjuntos de valores (0,64; 0,63; 0,62)<sub>CO</sub>; (0,67; 0,61)<sub>S</sub>; (0,67)<sub>SE</sub>; (0,72; 0,71; 0,63)<sub>N</sub> e (0,72; 0,71; 0,69)<sub>NE</sub>. A seleção das unidades federativas para constituição do novo arranjo intermediário se baseou na análise da contribuição marginal estadual na redução do CO (0,68)<sup>89</sup>, avaliados pelas curvas de custo dos diferentes agrupamentos de estados envolvidos.

A ordem de inclusão dos estados no arranjo se deu de forma decrescente, em função do consumo<sup>90</sup> de combustível. Sendo  $C_i$  o consumo do estado  $i$ , a ordem de inclusão foi:  $C_{SP} > C_{PR} > C_{SC} > C_{GO} > C_{MT} > C_{MS} > C_{PA} > C_{TO} > C_{PB} > C_{PI} > C_{SE} > C_{AP} > C_{AC} > C_{RR}$ .

<sup>87</sup> O termo “adequação” empregado é um referência qualitativa à suposta dificuldade inerente ao processo de identificação e adequação da frota de cada estado a um padrão tecnológico próprio.

<sup>88</sup> O incremento do custo em relação ao caso básico se deve ao desvio do valor de  $E_e/E_g$  das unidades federativas em relação ao valor crítico. Embora os arranjos devam abranger custos associados ao agrupamento como restrição orçamentária do problema, a análise ficou restrita à exploração dos arranjos possíveis das unidades federativas no intuito de apresentar configurações intermediárias.

<sup>89</sup> Denota o custo de oportunidade avaliado com  $E_e/E_g = 0,68$ .

<sup>90</sup> A representatividade do consumo de combustíveis do ciclo Otto (base 2005-12) dos estados envolvidos na análise foi: SP(58,6%) > PR(11,5%) > SC(7,5%) > GO(7,4%) > MT(3,1%) > MS(2,3%) > PA(2,8%) > TO(1,2%) > PB(2,1%) > PI(1,5%) > SE(1,0%) > AP(0,4%) > AC(0,4%) > RR(0,3%).

As curvas  $CO_{SP}$ ;  $CO_{(SP + PR)}$ ;  $CO_{(SP + PR + SC)}$ ...  $CO_{(SP + PR + SC + \dots + RR)}$  são denominadas em função da quantidade de estados abrangidos, sendo representadas, respectivamente, por  $A^{(1)}$ ;  $A^{(2)}$ ;  $A^{(3)}$ ...  $A^{(14)}$ , conforme ilustradas na Figura 4-17.

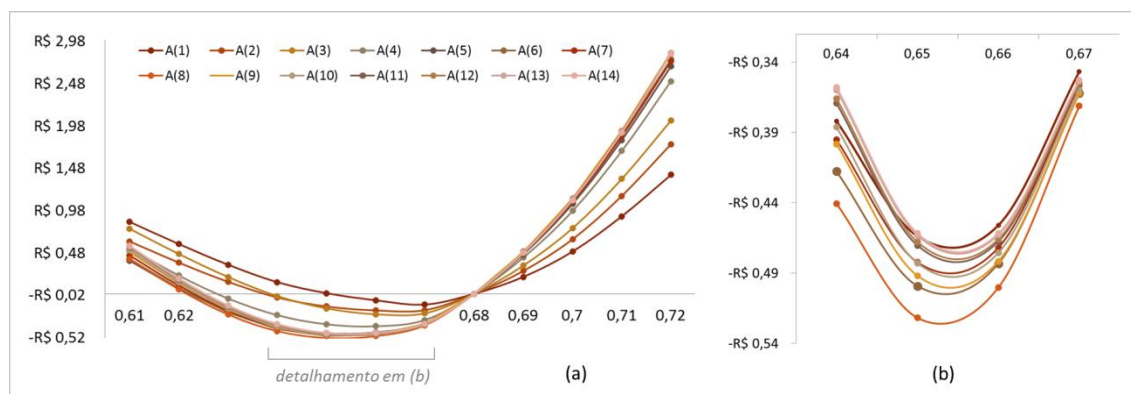


Figura 4-17: Curvas de abatimento do custo de oportunidade

Fonte: Elaboração própria

As curvas identificam a redução potencial do custo de oportunidade, em função do valor de  $E_e/E_g$  aplicado às frotas dos estados envolvidos no agrupamento. As curvas  $A^{(1)}$  a  $A^{(3)}$  apresentam valores de abatimento máximo no intervalo  $0,66 < E_e/E_g < 0,67$ ; enquanto as curvas  $A^{(4)}$  a  $A^{(14)}$  deslocam o potencial de abatimento do custo para  $0,65 < E_e/E_g < 0,66$ . Nota-se entre as curvas  $A^{(1)}$  e  $A^{(6)}$  um potencial de abatimento crescente, em função do grau de agrupamento dos estados.  $A^{(7)}$  apresenta potencial reduzido em relação a  $A^{(6)}$ , devido à inclusão do Pará (PA). Em seguida,  $A^{(8)}$  incrementa o potencial de abatimento em relação a  $A^{(7)}$ , com a inclusão do Tocantins (TO). A partir daí, as curvas reduzem sucessivamente o seu potencial de abatimento do custo até atingir o potencial mínimo representado por  $A^{(14)}$ .

A Figura 4-17(b) permite discriminar o conjunto de curvas  $A^{(7)}$  a  $A^{(14)}$ , identificando  $A^{(8)}$  como curva de abatimento potencial máximo e valor crítico pertencente ao intervalo  $0,65 < E_e/E_g < 0,66$ ; onde  $A^{(8)} = \{SP; PR; SC; GO; MT; MS; PA; TO\}$ . Entretanto, sem o estado do Pará, obtém-se um arranjo  $A^{(7)*} = \{SP; PR; SC; GO; MT; MS; TO\}$ , no qual o potencial de abatimento é superior ao  $A^{(8)}$  obtido anteriormente. A diferença entre os arranjos e os seus potenciais de abatimento podem ser contrastados na Figura 4-18.

A curva  $A^{(7)*}$  demonstra que tal arranjo de frotas estaduais permite a redução máxima do custo de oportunidade da frota atual ( $E_e/E_g = 0,68$ ). Em valores monetários, tal configuração representa, aproximadamente, R\$ 538 milhões de economia em relação ao

caso 2 ( $CO_{2005-2012} = R\$ 10,63$  bilhões), no qual as unidades federativas atualmente se encontram, e constitui um caso intermediário aos casos 4 e 5, sendo estimado em  $CO_{2005-2012} = R\$ 10,04$  bilhões. Para tal, os parâmetros tecnológicos das frotas estaduais apresentam os valores contemplados na Figura 4-19.

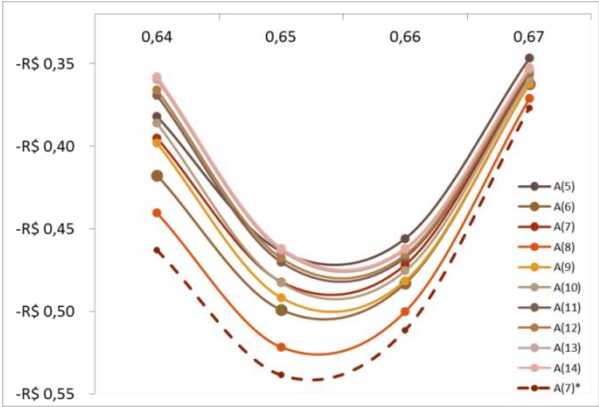


Figura 4-18: Contraste entre as curvas de abatimento  $A^{(8)}$  e  $A^{(7)*}$

Fonte: Elaboração própria

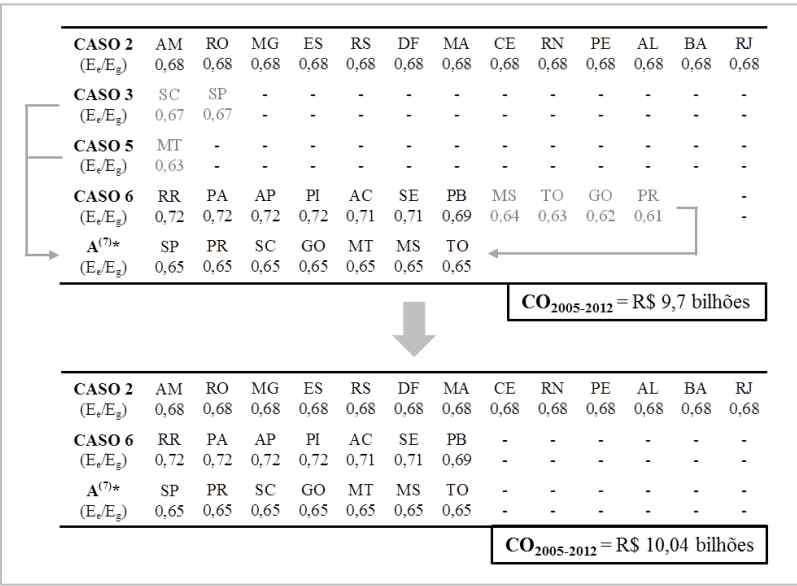


Figura 4-19: Arranjos intermediários das frotas estaduais

Fonte: Elaboração própria

Dentre as 27 unidades federativas, as frotas de treze delas se mantêm na média atual ( $E_e/E_g = 0,68$ ); outras sete unidades, consideradas geograficamente isoladas, têm os valores críticos de suas respectivas frotas atendidos, sendo  $(E_e/E_g)_c \in \{0,69; 0,71; 0,72\}$ . As sete unidades restantes constituem um arranjo cujo valor médio recomendado para o parâmetro tecnológico da frota reside no intervalo  $0,65 < E_e/E_g < 0,66$ ; sabendo-se que  $E_e/E_g = 0,65$  é o valor pontual que reflete a economia supracitada.



De fato, há outras possibilidades de agrupamento entre as unidades federativas, a fim de criar novos casos intermediários aos seis já listados na Figura 4-16. Entretanto, o intuito do estudo não reside no esgotamento das possibilidades de arranjo, primeiramente pela necessidade de aprofundamento de informações dos mercados automotivos estaduais e regionais. Segundo, pela necessidade de incorporação de restrições, não contempladas devido ao escopo desta análise, para a delimitação do problema e do conjunto de soluções viáveis.

#### **4.4. Considerações adicionais sobre a escolha do combustível**

Os resultados obtidos ao longo deste trabalho dão indícios de existência de razões não-econômicas que induzem a preferência do consumidor por algum combustível. Embora o comportamento da maioria dos consumidores seja influenciado principalmente pela componente econômica envolvida na escolha, as preferências de consumo podem ser influenciadas por motivações heterogêneas. Esta seção busca reunir algumas evidências dessa heterogeneidade e aventar suas principais causas possíveis.

O intuito de tais considerações reside em esclarecer algumas fragilidades envolvidas na análise do dispêndio com combustível. A utilização da expressão “custo de oportunidade” faz sentido sob uma ótica estritamente econômica, que ignora a existência de preferências não-econômicas na constituição da demanda por combustíveis. De fato, o cálculo dos indicadores abordou o problema sem utilizar elementos para caracterizar tais preferências. Entretanto, ao considerar a existência de aspectos não-econômicos, o dispêndio adicional com combustível deve ser caracterizado de formas distintas.

Sob a nova ótica de avaliação, uma parcela não-mensurada dos custos é denominada como “custo da utilidade” e representa uma medida do prêmio pago pela utilidade superior que um determinado combustível representa para o consumidor. Como consequência, a parcela referente à escolha racional do consumidor se torna uma fração do “custo de oportunidade” calculado até então. Tais considerações têm por finalidade destacar que os valores identificados nesta análise realmente constituem um dispêndio adicional por parte do consumidor, porém, devem ser denominados de forma apropriada em função da ótica da análise proposta.

#### 4.4.1. Visão do mercado sueco

Segundo PACINI & SILVEIRA (2011), à época do estudo dos autores, a Suécia era o país com a maior rede de distribuição de etanol, seguida do Brasil e, dentre as nações desenvolvidas, foi a pioneira na adoção do etanol em larga escala no sistema de transporte público. O governo sueco incentiva o consumo da mistura de 85% de etanol hidratado com 15% de gasolina (E85) por meio de mandatos de distribuição em postos de combustível e subsídios à aquisição de veículos bicomcombustíveis.

O etanol carburante na Suécia (E85) possui um patamar de preço de indiferença, em relação à gasolina, diferente do Brasil. Enquanto a métrica brasileira de referência teórica é 0,70; a referência sueca é 0,74<sup>91</sup>. Sendo assim, a decisão do consumidor, baseada na economia de combustível, para escolha do etanol (E85) é  $P_e/P_g \leq 0,74$ . Dessa forma, entre 2004 e 2005, a Suécia observou uma evolução do seu mercado de etanol, bem como o crescimento de sua frota *flex*, chegando a 300 mil unidades em 2009.

PACINI & SILVEIRA (2011) compararam o custo de oportunidade do etanol (CO<sub>e</sub>) entre o Brasil e a Suécia, verificando que a velocidade de reação do consumidor sueco é maior do que aquela do consumidor brasileiro, nos períodos desvantajosos ao biocombustível. De fato, os autores identificam que ao final de 2008 o aumento do CO<sub>e</sub> na Suécia ocasionou uma queda de consumo superior a 70% nos meses imediatamente seguintes.

Os dois países apresentam características diferentes entre si, tanto em relação ao tamanho e representatividade da frota de veículos *flexfuel*, quanto à composição do combustível alternativo à gasolina. Porém, os efeitos da elevação do preço relativo do etanol sobre o consumo revelam comportamentos distintos entre os dois mercados. Os autores supracitados atribuem tal divergência entre os comportamentos de consumo à possível diferença de percepção do consumidor brasileiro, dado que o etanol (E100) havia sido, no período de análise do estudo (PACINI & SILVEIRA 2011), a escolha de combustível mais vantajosa no país

---

<sup>91</sup> Isto se deve, em grande medida, à especificação diferente dos combustíveis, tanto da gasolina quanto do etanol utilizados como combustível veicular na Suécia e no Brasil. No caso da Suécia, a composição de 85% de etanol hidratado e 15% de gasolina de refinaria (equivalente a gasolina A), torna este combustível mais eficiente em relação à gasolina (74%) do que o EHC em relação à gasolina C no Brasil (70%).

#### 4.4.2. Motivações do consumidor brasileiro

A heterogeneidade do consumidor trata do conjunto das motivações heterogêneas que constituem a demanda por um combustível específico, não-econômicas ou econômicas. A fim de classificar e caracterizar as diferentes causas, torna-se necessário distinguir suas naturezas, adotando-se a diferença entre o custo de oportunidade na aquisição dos combustíveis e a quantificação monetária da sua utilidade (custo da utilidade).

##### 4.4.2.1. Baseadas em estudos técnicos

A fim de aprimorar os estudos que embasam o Plano Decenal de Energia (PDE) e o Plano Nacional de Energia (PNE), assim como os estudos de apoio ao Ministério de Minas e Energia (MME) para o desenvolvimento de políticas governamentais, além de criar uma base estatística para subsidiar o modelo de demanda de energia dos veículos leves, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) contratou uma pesquisa para retratar o padrão de comportamento dos usuários de automóveis *flexfuel* em diferentes regiões do país e seu impacto na demanda de etanol hidratado e de gasolina C (EPE, 2013).

O estudo realizado teve como um dos seus objetivos específicos identificar as principais razões que determinam o processo de escolha do combustível em oito cidades – Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Ribeirão Preto e Campinas –, totalizando 1400 entrevistas, com dados coletados entre os dias 16 e 29 de novembro de 2010. A Tabela 4-13 resume os principais resultados da pesquisa e identifica os fatores influentes na preferência de EHC ou gasolina C.

Tabela 4-13: Fatores envolvidos na escolha do combustível.

Fatores	Influência	Preferência	Comentário	Tipo de custo
Avaliação de $P_e/P_g^*$	Não	NA	Depende da localidade e do período	NA
Desconsideração de $P_e/P_g$	Relativa	NA	Consumidor não atribui utilidade ao cálculo $P_e/P_g$	Oportunidade
Trajetos que será realizado	Exclusiva	Gasolina C	EHC possui menor autonomia do que a gasolina C	Utilidade
Identidade local	Exclusiva	EHC	Preferência de residentes de estados produtores	Utilidade
Histórico de preços recente	Relativa	NA	Depende da localidade e do período	Oportunidade
Condição climática	Exclusiva	Gasolina C	Problemas de partida a frio com o EHC	Utilidade
Meio ambiente	Exclusiva	EHC	EHC é mais sustentável (4% das opiniões)	Utilidade
Ilusão Monetária	Exclusiva	EHC	Escolha baseada no menor preço absoluto do EHC	Utilidade*
Prejuízo ao motor	Exclusiva	Gasolina C	EHC é mais prejudicial (55% das opiniões)	Utilidade
Possibilidade de adulteração	Exclusiva	EHC	EHC é mais difícil de adulterar (45% das opiniões)	Utilidade
Potência para o motor	Exclusiva	Gasolina C	Gasolina é mais potente (57% das opiniões)	Utilidade

Fonte: Elaboração própria baseada em EPE (2013).

Dentre os onze fatores levantados pela pesquisa, quatro constituem motivações para o uso do EHC e outros quatro para a gasolina C. Os fatores “dependentes” não representam por si só motivação para a escolha de um combustível específico, visto que

são dependentes do período e da localidade de análise. Dentre os fatores dependentes, o “Histórico de preços recente” e “Desconsideração de  $P_e/P_g$ ”, merecem interpretação mais detalhada.

O histórico de preços recente é um fator dependente do período e da localidade avaliada, o qual pode dar origem a duas situações possíveis. Uma situação consiste no fato de os consumidores utilizarem patamares de preços como forma de avaliação, mantendo a opção de abastecimento a menos de uma modificação substancial<sup>92</sup> dos preços. Outra situação ocorre quando os consumidores não realizam necessariamente o cálculo do preço relativo ( $P_e/P_g$ ), pois possuem uma noção tácita dos preços relativos ao longo dos últimos abastecimentos. Ambos os casos mencionados, podem originar custos de oportunidade, por falta de atenção<sup>93</sup>, relacionados ao EHC ou à gasolina C, a depender do combustível escolhido em cada abastecimento realizado.

A desconsideração do preço relativo é praticada por consumidores que não atribuem utilidade à realização do cálculo  $P_e/P_g$  (EPE, 2013). Dentre as possíveis explicações para isso, estão: a preferência pelo menor tempo/despreocupação dedicados ao abastecimento do veículo; a impressão do baixo impacto da economia de combustível na renda do consumidor; e a falta de informação sobre a “regra de bolso”  $P_e/P_g$ .

No que tange as causas exclusivamente influentes na preferência pelo EHC, 45% dos entrevistados acredita na **menor** “Possibilidade de adulteração” do EHC em relação à gasolina C, o que incentiva a preferência de alguns consumidores pelo biocombustível. O fator “Identidade local” está ligado ao sentimento dos consumidores residentes em regiões produtoras de cana-de-açúcar, fazendo-os preferir o biocombustível como sinal de incentivo ao desenvolvimento local das suas regiões. Em relação ao fator “Meio ambiente”, verificou-se que cerca de 4% dos entrevistados demonstrou preferência pelo biocombustível por reconhecê-lo como combustível mais sustentável, mesmo sem saber caracterizar exatamente o que isto significa (EPE, 2013).

A causa identificada como “Ilusão monetária” remete à relação técnico-econômica entre o EHC e a gasolina C (ver item 1.3). Alguns consumidores desconhecem a diferença

---

<sup>92</sup> Embora definida como “substancial”, o relatório da EPE não quantificou a magnitude de tais mudanças, tão pouco a faixa de variação de preços mencionada.

<sup>93</sup> À priori, a intenção do consumidor é basear a sua escolha no preço relativo; entretanto, ao agir de forma displicente pode incorrer em uma decisão subótima, adquirindo EHC quando  $P_e/P_g > 0,7$ , ou gasolina quando o contrário aconteceu.

entre as eficiências dos combustíveis e avaliam as alternativas com base nos seus preços absolutos individuais. Portanto, a ilusão monetária fica caracterizada quando ocorre a escolha do EHC, ao invés da gasolina C, visando o menor dispêndio no abastecimento, sem levar em conta a comparação do custo da autonomia veicular, entre os combustíveis, em reais por quilômetro.

No que tange as causas exclusivamente influentes na preferência pela gasolina C, cerca de 55% dos entrevistados acredita que o uso do EHC acarreta “Prejuízo ao motor”, enquanto que 57% acredita que a “Potência do motor” fica reduzida com o seu uso. O “Trajeto realizado” influencia exclusivamente a preferência pela gasolina C, visto que a autonomia veicular superior deste combustível possibilita a realização de trajetos maiores sem interrupção para abastecimentos intermediários. A “Condição climática” refere-se mais precisamente ao clima frio, no qual o EHC apresenta dificuldades de partida a frio, o que torna a gasolina C o combustível preferido nessas ocasiões.

#### 4.4.2.2. Baseadas na literatura científica

SALVO & HUSE (2013), em seu artigo *Build it, but will they come? Evidence from consumer choice between gasoline and sugarcane ethanol*, utilizaram dados de vendas de combustível nos postos de abastecimento de algumas cidades específicas no Brasil entre 2009 e 2010 (fase crítica do setor sucroalcooleiro), para explorar a ampla variabilidade de preços relativos entre os combustíveis e levantar indícios de que o seu consumo é influenciado por motivações heterogêneas.

Inicialmente, os autores identificam ausência de migração significativa do consumo entre EHC e gasolina C quando o preço relativo se aproxima do patamar de indiferença ( $P_e/P_g \cong 0,70$ ). A pesquisa junto à amostra escolhida, concluiu que aproximadamente 20% dos motoristas de veículos *flexfuel* mantiveram o uso da gasolina C quando seu preço<sup>94</sup> se encontrava 20% acima do EHC ( $P_e/P_g = 0,7/1,2 \cong 0,58$ ). Analogamente, 20% dos motoristas mantiveram o uso do EHC quando seu preço se encontrava 20% acima da gasolina C ( $P_e/P_g = 0,7 \times 1,2 \cong 0,84$ ).

Em seguida, o estudo se concentra na pesquisa empírica sobre as causas da preferência do consumidor baseadas em características (reais ou percebidas) não relacionadas à razão de preços. Os autores formulam seis principais conjecturas sobre a percepção da

---

<sup>94</sup> Avaliado em R\$/Km.

substituição perfeita entre EHC e da gasolina C, utilizando evidências fundamentadas nos resultados da pesquisa. A Tabela 4-14 reproduz as conjecturas elencadas pelos autores, as quais podem ser consideradas as causas do consumo heterogêneo de EHC e gasolina C.

Tabela 4-14: Conjecturas para o consumo de EHC

---

**Conjectura 1:** Custo do tempo e renda

O custo do tempo de parada pode influenciar consumidores de maior renda a escolher a gasolina ao invés do etanol em comparação a consumidores menos afluentes

**Conjectura 2:** Autonomia<sup>95</sup> e uso do veículo

Custos de parada convexos (tempo e outros) podem tornar os viajantes habituais propensos ao consumo de gasolina em comparação àqueles que dirigem com menos frequência

**Conjectura 3:** Aspectos tecnológicos

Consumidores baseados em aspectos tecnológicos como o primeiro motivo para a escolha do combustível podem ser mais propensos à escolha da gasolina ao invés do etanol em comparação a outros consumidores

**Conjectura 4:** Idade e adoção tecnológica

Consumidores mais velhos podem ser mais propensos a consumir gasolina ao invés de etanol em comparação a consumidores mais jovens

**Conjectura 5:** Aspectos ambientais

Consumidores baseados em aspectos ambientais como o primeiro motivo para a escolha do combustível podem ser mais propensos à escolha de etanol ao invés de gasolina em comparação a outros consumidores

**Conjectura 6:** Identidade local

Consumidores que residem em estados produtores de cana de açúcar podem ser mais propensos à escolha de etanol ao invés de gasolina em comparação a consumidores residentes em estados importadores de etanol

---

Fonte: Reproduzido de SALVO & HUSE (2013).

Dentre as conjecturas elencadas, apenas “Idade e adoção tecnológica” representa alguma possibilidade nova para a ocorrência de custo de utilidade. Neste caso, os consumidores mais velhos, já habituados ao tradicional uso de gasolina C em seus veículos, podem ser mais resistentes ao uso do biocombustível como alternativa de abastecimento, mesmo que relativamente mais barato. Por outro lado, os consumidores mais jovens podem ser mais propensos à adoção tecnológica (*early adopters*<sup>96</sup>), o que representaria maior aceitação dos veículos *flexfuel* e de novas alternativas de abastecimento como o EHC.

Nota-se que a hipótese da “falta de atenção” sugerida por PACINI & SILVEIRA (2011),

---

<sup>95</sup> O termo original utilizado é *range*; faz parte da expressão *range anxiety* que, segundo o Oxford Dictionary significa “*worry on the part of a person driving an electric car that the battery will run out of power before the destination or a suitable charging point is reached*”. Adotou-se o termo “autonomia” como tradução mais adequada.

<sup>96</sup> Um *early adopters* (adotador recente) é um consumidor recente de uma dada empresa, produto ou tecnologia, geralmente destacam-se, após as pessoas consideradas inovadoras, como os primeiros consumidores a aderirem a uma inovação.

apresentada no item 4.4.2.1, está presente em dois dos fatores da Tabela 4-15 Tabela 4-15, a saber: “Desconsideração de  $P_c/P_g$ ” e “Histórico de preços recente”. É importante notar que tais causas são as únicas, dentre as causas aventadas neste trabalho, que contribuem para a ocorrência de custo de oportunidade, enquanto as restantes relacionam-se à utilidade.

Tabela 4-15 reúne as principais informações sobre as motivações para preferência de determinado combustível *flex*, levando em conta as três fontes principais utilizadas na abordagem desse tema: SALVO & HUSE (2013); PACINI & SILVEIRA (2011) e EPE (2013).

Nota-se que a hipótese da “falta de atenção” sugerida por PACINI & SILVEIRA (2011), apresentada no item 4.4.2.1, está presente em dois dos fatores da Tabela 4-15, a saber: “Desconsideração de  $P_c/P_g$ ” e “Histórico de preços recente”. É importante notar que tais causas são as únicas, dentre as causas aventadas neste trabalho, que contribuem para a ocorrência de custo de oportunidade, enquanto as restantes relacionam-se à utilidade.

Tabela 4-15: Causas aventadas pela literatura técnica e científica

(Salvo e Huse, 2013)	(Pacini e Silveira, 2011)	(EPE, 2013)	Preferência	Tipo de custo
Idade e adoção tecnológica	-	-	NA	Custo de Utilidade
Aspetos ambientais	-	Meio ambiente	EHC	Custo de Utilidade
Identidade local	-	Identidade local	EHC	Custo de Utilidade
-	-	Ilusão Monetária	EHC	Custo de Utilidade
-	-	Possibilidade de adulteração	Gasolina C	Custo de Utilidade
-	Falta de atenção	Desconsideração de $P_c/P_g$	NA	Custo de Oportunidade
-	Falta de atenção	Histórico de preços recente	NA	Custo de Oportunidade

Fonte: Elaboração própria

De fato, não há mensuração da representatividade destas causas no dispêndio adicional com combustível, o que torna imprecisa a atribuição de valor monetário à alguma causa específica. Embora as causas ligadas ao custo de oportunidade sejam menos numerosas, a sua representatividade econômica pode superar a representatividade econômica das causas que compõem a utilidade do consumidor. Adicionalmente, é importante destacar que tanto as causas aventadas para o custo de utilidade, quanto aquelas relacionadas ao custo de oportunidade, não foram esgotadas nesta avaliação, o que reforça a limitação desta análise de apenas levantar indícios sobre a motivação heterogênea da demanda por combustível *flexfuel* no Brasil.

## 5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de uma proposta de abordagem metodológica foi possível avaliar aspectos do consumo de combustível nos veículos *flex* das unidades federativas brasileiras. O objeto principal da avaliação concentrou-se no dispêndio adicional do consumidor, sendo este definido pelo diferencial de custo associado à escolha mais cara dentre as alternativas disponíveis. No caso específico em questão, as opções consistiram no Etanol Hidratado Carburante (EHC) e na gasolina C.

O dispêndio adicional foi identificado a partir das aquisições de combustível realizadas sob condições de preços desfavoráveis, sendo intitulado como “custo de oportunidade”. A particularidade envolvida na comparação de preços entre os bens reside na diferença de rendimento dos combustíveis no motor *flex*. A consideração inicial da análise adotou o rendimento relativo entre os combustíveis ( $E_e/E_g$ ) como 0,70 por ser a referência mais veiculada em divulgações setoriais oficiais e não-oficiais.

A desvantagem de preço para o EHC fica estabelecida quando o seu preço ( $P_e$ ) se situa acima de 70% do preço da gasolina C ( $P_g$ ). Por outro lado,  $P_e < 0,7P_g$  representa desvantagem para a gasolina C. O custo de oportunidade do EHC ( $CO_e$ ) correspondeu ao diferencial de custo dispendido pelo consumidor que escolheu o biocombustível quando  $P_e/P_g > 0,70$ . Analogamente, o custo de oportunidade da gasolina C ( $CO_g$ ) se deveu às aquisições do combustível fóssil quando  $P_e/P_g < 0,70$ .

Os volumes de EHC e gasolina C consumidos exclusivamente pelos veículos *flex* foram estimados a partir da modelagem energética proposta no Capítulo 3, o que correspondeu a três modelos inter-relacionados. O modelo de frota contabilizou o estoque de veículos a EHC, Gasolina C e *flexfuel* da frota nacional. O modelo de consumo estimou o volume de combustível consumido por cada tipo de veículo. Finalmente, o modelo de rateio foi aplicado tanto à repartição da frota *flex* entre as unidades federativas, quanto à alocação do volume de combustível, cada um sob um critério diferente.

A avaliação dos custos de oportunidade de EHC ( $CO_e$ ), gasolina C ( $CO_g$ ) e total ( $CO$ ) foi realizada ao longo dos 96 meses compreendidos entre 2005 e 2012. A escolha do período buscou retratar momentos distintos dos setores sucroalcooleiro e automotivo, sobretudo no que tange os preços dos combustíveis e o adensamento da frota *flex*. O consumo dos combustíveis líquidos seguiu a mesma trajetória de expansão do estoque



de veículos *flex* ao longo do período. Todavia, a intensidade superior do crescimento da frota resultou na redução do consumo de EHC e de gasolina C por veículo. A diferença de proporção da redução entre as regiões brasileiras reflete o grau de diferenciação entre elas, embora a tendência geral seja a mesma para todo o país.

Por outro lado, o custo de oportunidade específico apresentou trajetórias particulares em função do tipo de combustível e das regiões avaliadas. De fato, os indicadores  $CO_e/L$ ,  $CO_g/L$  e  $CO/L$  se apresentam como métricas mais representativas do custo da escolha economicamente desvantajosa de uma unidade do combustível, pois refletem melhor o comportamento de fatores de mercado como preço e volume de combustível consumido.

Embora ambas as grandes regiões tenham apresentado aumento de  $CO_e/L$  e redução de  $CO_g/L$ , o mercado de combustíveis da porção Norte-Nordeste (NN) apresentou maior dificuldade de controlar  $CO_e/L$  ao incorrer em **acréscimo** de R\$ 0,08 por litro de EHC. A mesma porção regional obteve **redução** de  $CO_g/L$  na mesma magnitude, devido aos preços médios mais favoráveis deste combustível. Por outro lado, a porção Centro-Sul (CS) se mostrou um mercado mais robusto devido ao alto consumo de biocombustível a preços relativos mais favoráveis, incorrendo em um **acréscimo** de apenas R\$ 0,03 por litro de EHC, associado à **redução** de R\$ 0,25 por litro de gasolina C.

A aplicação da modelagem mostrou que o preço relativo entre os combustíveis ( $P_e/P_g$ ) é **mais influente** do que o consumo relativo ( $V_e/V_g$ ) para o custo de oportunidade do EHC e da gasolina C. A regra geral indica que as regiões não produtoras de cana-de-açúcar são importadoras líquidas de biocombustível e incorrem em preços relativos de etanol mais distantes da regra de paridade com a gasolina. Portanto, à medida que aumenta o saldo líquido negativo, o custo de oportunidade também tende a aumentar.

A maior parte das localidades que apresenta desvantagens no preço do etanol incorre em dificuldades logísticas de produção e transporte que nunca foram superadas entre os quadriênios 2005-08 e 2009-12. Os desvios de preço do etanol ( $\Delta P_e = P_e - 0,7P_g$ ) tornam o  $CO_e$  naturalmente elevado onde a desvantagem de preço já é um fator tradicional.

A diferença de estrutura entre os mercados do Norte-Nordeste e Centro-Sul no Brasil, evidenciada pelo preço relativo de EHC ( $P_e/P_g$ ), torna-se muito visível durante o período crítico da indústria sucroalcooleira. Os custos de aquisição naturalmente elevados são potencializados pela conjuntura desfavorável da oferta de EHC, a partir de 2010. Dentre

as unidades federativas nacionais, aquelas pertencentes às regiões Norte e Nordeste constituem a maioria das localidades desfavoráveis ao seu consumo, com desvios de preço ( $\Delta P_e$ ) e de preço relativo ( $P_e/P_g$ ) elevados que influenciam o descolamento da curva  $(CO_e/L)_{NN}$  da faixa nacional ( $CO_e/L < R\$ 0,15$ ) para a faixa  $[R\$ 0,20; R\$ 0,35]$ .

O padrão veicular ( $E_e/E_g$ ) predominante da frota *flexfuel* nacional foi inferido com base na venda dos novos modelos veiculares, em cinco unidades federativas, e nos resultados das avaliações do PBE Veicular. A tendência identificada para o valor médio de  $E_e/E_g$  ficou abaixo do valor teórico utilizado na análise do custo de oportunidade até então, o que gera redução de  $CO_e$  e aumento de  $CO_g$  simultaneamente. O valor estimado para o parâmetro ( $E_e/E_g = 0,68$ ) ocasiona a redução de 11,6% do custo de oportunidade total, identificando que a indústria automotiva apresenta algum viés a favor da gasolina.

Dentre algumas possibilidades para a mitigação da perda econômica associada à escolha do consumidor, destacam-se medidas usuais, pelo lado da oferta, como administração de preços de derivados de petróleo, ajuste tributário dos combustíveis, ou subsídios ao setor sucroalcooleiro, no intuito de atuar na dimensão econômica do problema. Pelo lado da demanda, programas como PBE Veicular e Inovar-Auto<sup>97</sup> atuam na dimensão técnica do problema, ao estimular padrões de eficiência veicular superiores.

No entanto, a perspectiva principal da análise da perda econômica deve ser comparativa, ou seja, os instrumentos envolvidos na resolução do problema devem buscar o equilíbrio entre as alternativas energéticas. Considerando-se a quantidade de fatores que podem influenciar os preços do EHC e da gasolina C, a atuação sobre a dimensão econômica do problema pode se revelar ineficaz como medida mitigadora. Por outro lado, a atuação sobre a dimensão técnica deve estimular avanços simultâneos à eficiência do EHC e da gasolina C nos motores *flex*, no intuito de estabelecer um rendimento relativo entre os combustíveis que seja condizente com a razão entre os seus preços.

O dispêndio adicional com combustível *flexfuel* avaliado neste trabalho foi diferenciado qualitativamente entre custo de oportunidade e custo de utilidade. Embora ambos sejam o custo incorrido devido à escolha do combustível mais caro, o que os diferencia é a motivação por trás da decisão. No primeiro, não há evidências de preferência nítida pela alternativa menos econômica, enquanto no segundo a preferência é bem justificada por

---

<sup>97</sup> Inovar-Auto: Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores.

fatores alheios ao custo-benefício econômico do bem. Embora seja possível aventar causas associadas a cada um deles, a aferição dos valores incorridos, devido a cada uma delas carece de verificações mais precisas.

A redução do dispêndio adicional com combustível, no uso da tecnologia *flex*, passa pela redução combinada do dispêndio adicional com EHC e com gasolina C. Pelo lado da oferta, a possível atuação na dimensão econômica é a estabilização do preço relativo do EHC ( $P_e/P_g$ ) em patamares próximos do valor de referência do consumidor: 70%. No entanto, conforme enunciado no Capítulo 4, a distorção entre os valores teórico e real da relação  $E_e/E_g$  impossibilita a determinação de uma razão de eficiência assertiva porque a percepção do consumidor é diferente da realidade tecnológica dos novos veículos *flex*.

Eventuais tentativas de estabilização do preço relativo deveriam compreender fatores tecnológicos e comportamentais particulares de cada estado, portanto. Todavia, mesmo alcançando soluções econômicas para a redução do custo de oportunidade, uma parcela desconhecida do dispêndio adicional permaneceria em voga: o custo da utilidade.

Frente à conjuntura técnico-econômica apresentada, a análise de redução dos custos desconsiderou a sua natureza financeira ou utilitária, atuou simultaneamente em ambos os custos de EHC ( $CO_e$ ) e gasolina C ( $CO_g$ ), e resultou em diferentes casos possíveis em função do grau de economia desejada.

A avaliação originou-se da análise de sensibilidade dos custos de oportunidade de EHC e gasolina C, em função da razão de eficiência das frotas envolvidas na análise. Notou-se inicialmente que à medida que aumenta a eficiência relativa do etanol, reduz-se o seu custo, uma vez que, *ceteris paribus*, aumenta o rendimento deste combustível no motor *flex*. No caso da gasolina, ocorre o movimento contrário, visto que comparativamente este combustível se torna menos eficiente e relativamente mais caro.

A redução combinada de ambos os custos consistiu simplesmente na redução da soma das curvas de custo. A combinação de uma curva crescente com outra decrescente gerou uma curva com ponto de mínimo cujo domínio recebeu o título de “razão de eficiência crítica”, denotada por  $(E_e/E_g)_c$ . Admitindo-se o domínio contínuo da função, a solução para a minimização do dispêndio adicional residiu em intervalos cujos valores extremos  $(E_e/E_g)_{inf.}$  e  $(E_e/E_g)_{sup.}$  variaram em função da abrangência geográfica da análise.

O valor crítico identificado na análise nacional ficou concentrado no valor  $E_e/E_g = 0,65$ ; ou seja, restrito ao intervalo  $[0,64; 0,66]$ . Entretanto, tal valor não se refletiu nas porções Norte-Nordeste e Centro-Sul, as quais apresentaram valores críticos  $(E_e/E_g)_{NN} = 0,68$  e  $(E_e/E_g)_{CS} = 0,66$ ; constatando a influência do grau de abrangência geográfica da análise sobre os resultados. Entre as regiões brasileiras, apenas o Centro-Oeste ( $E_e/E_g = 0,63$ ) mostrou descolamento dos vizinhos do Centro-Sul: Sudeste ( $E_e/E_g)_{SE} = 0,67$  e Sul ( $E_e/E_g)_{S} = 0,66$ . Na porção Norte-Nordeste, ambas as regiões apresentaram valores críticos semelhantes:  $(E_e/E_g)_N = (E_e/E_g)_{NE} = 0,68$ .

O estoque de veículos *flex* em cada unidade federativa é composto por um conjunto de modelos veiculares oriundos de uma dezena de montadoras instaladas no país. Destarte, o padrão veicular médio dos estados e Distrito Federal mantêm-se próximos, tendendo ao valor  $E_e/E_g = 0,68$ . Entretanto, as frotas estaduais apresentam padrões próprios para o consumo de combustível que acabam por proporcionar diferentes combinações de custo de oportunidade de EHC ( $CO_e$ ) e de gasolina C ( $CO_g$ ). A combinação de todos esses fatores dá origem à diversidade de valores críticos encontrados para cada localidade.

A aglomeração das frotas *flex* resulta em um valor crítico para o conjunto distinto dos valores ótimos individuais de suas unidades federativas constituintes. Isto se dá pela adaptação dos diferentes padrões de consumo a um padrão de consumo médio, o que resulta em deficiências de alocação e incremento dos custos de oportunidade para algumas unidades federativas constituintes do conjunto.

A premissa para a realização da análise é baseada na capacidade de o período avaliado representar a dinâmica do consumo de combustível *flex* no futuro. Ou seja, é necessário que o padrão médio de aquisição de EHC e gasolina C nas unidades federativas mantenha-se relativamente semelhante. Sob tais condições, o resultado obtido é capaz de identificar os valores ótimos para a eficiência relativa de EHC das frotas circulantes, em função das características do mercado de combustíveis onde estas circulam. A tendência geral da avaliação aponta para a utilização de veículos *flex* mais eficientes no uso do bicomcombustível em localidades onde este bem se apresenta mais escasso.

O resultado da mitigação do gasto adicional com combustível, embora limitado a 90% do valor atual (Caso 2:  $E_e/E_g = 0,68$ ), demonstra o potencial de mitigação da perda econômica, alcançado por medidas de caráter alocativo no uso dos veículos *flex*. Tendo

em vista o espectro de eficiência veicular apresentado pelos modelos automotivos contemplados no PBE Veicular, haveria, hipoteticamente, arranjos alocativos<sup>98</sup> que possibilitariam efficientizar o uso da frota *flex* brasileira. Os valores incentivados para as frotas estaduais poderiam ser identificados a partir do nível de custo de oportunidade e de abrangência desejados, proporcionando a combinação ótima entre eficiência de uso e custo dos recursos. Em outras palavras, frente à diversidade de fatores influentes na dimensão econômica do processo de escolha de combustível nos veículos *flex*, uma alternativa consistiria, aparentemente, na atuação sobre a dimensão técnica do problema.

Entretanto, soluções desta natureza são pouco factíveis devido a uma série de razões. Os incentivos governamentais para a indústria automotiva são tradicionalmente realizados a partir de reduções de IPI<sup>99</sup> (Imposto sobre Produtos Industrializados), ou seja, um imposto de abrangência nacional. Dessa forma, é inviável propor soluções de incentivo às frotas estaduais baseadas no desenho tradicional da política industrial automotiva. Além disso, a promoção da eficiência veicular na frota *flex* não deve beneficiar especificamente algum *player* de mercado, mas estimular as montadoras a atingir metas pré-estabelecidas para a eficiência energética veicular. Por fim, a baixa factibilidade de implantação da solução alocativa, conforme delineada nesta análise, se deve inclusive à dependência da medida em relação ao comportamento dos consumidores regionais de cada unidade federativa.

De fato, a atuação sobre a eficiência relativa do EHC, se realizada segundo as vias tradicionais de incentivo governamental - redução de alíquota de IPI -, ficaria limitada ao atendimento do valor crítico nacional. Ou seja, sendo o IPI um imposto federal de âmbito nacional, o único caso que apresenta grau de abrangência semelhante é o Caso 3, no qual é sugerido o valor crítico  $(E_e/E_g)_c$  igual a 0,67 para a totalidade da frota *flex* brasileira, no intuito de minimizar o custo de oportunidade incorrido pelos proprietários de veículos *flex*.

---

<sup>98</sup> Arranjos alocativos representam, precisamente, a possibilidade hipotética de alocar modelos de veículos já existentes na indústria automotiva nacional, contemplados no PBE Veicular, que apresentam eficiência relativa de EHC  $(E_e/E_g)$  próxima do ponto crítico  $(E_e/E_g)_c$  de cada unidade federativa.

<sup>99</sup> Dentre as medidas envolvidas na política de eficiência energética para veículos no Brasil, destaca-se o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores – Inovar-Auto, instituído pela Lei nº 12.175, de 17 de setembro de 2012, e regulamentado pelo Decreto nº 7.819, de 3 de outubro de 2012, com vigência até dezembro de 2017, como marco na promoção da eficiência energética dos veículos produzidos no Brasil à medida que este quesito é um de seus principais objetivos.

Teoricamente, a aplicação de uma medida desta natureza, *ceteris paribus*, permitiria ter evitado o dispêndio de, aproximadamente, R\$ 360 milhões de reais, ao reduzir o custo de oportunidade, avaliado entre 2005 e 2012, de R\$ 10,63 bilhões ( $E_c/E_g = 0,68$ ) para R\$ 10,27 bilhões ( $E_c/E_g = 0,67$ ). A abrangência geopolítica da medida específica para o Caso 3 coincide com o âmbito legal do incentivo tributário, permitindo o tratamento isonômico das unidades federativas, na atuação sobre a dimensão técnica do problema via instrumentos tradicionais de incentivo do governo, embora tal medida seja, ainda assim, pouco factível, devido aos motivos explicitados anteriormente.

É importante destacar que o esforço realizado ao longo do Capítulo 4 buscou meramente identificar o comportamento diferenciado dos mercados consumidores de combustível *flexfuel*, bem como sua consequência sobre a eficiência relativa do EHC ( $E_c/E_g$ ) e sobre seu custo de oportunidade associado. A rigor, a existência de valores críticos distintos entre as unidades federativas é o reflexo de características econômicas sobre a dimensão técnica do problema. Todavia, a mitigação de assimetrias regionais pode se tornar mais factível se realizada a partir de medidas locais como, por exemplo, a atuação sobre as alíquotas de ICMS nas unidades federativas, garantindo maior flexibilidade para a sua atuação, seja em benefício do equilíbrio na preferência entre os combustíveis, do favorecimento de algum deles, ou da redução do custo de oportunidade total incorrido.

### **5.1. Limitações e fragilidades**

No que tange a periodicidade dos dados utilizados, a ANP disponibiliza dados de preços de revenda de combustíveis líquidos em periodicidade semanal, enquanto que os dados de consumo estadual de combustível são consolidados apenas mensalmente. Portanto, a verificação do custo de oportunidade fica limitada ao regime mensal dos dados. Além da impossibilidade de elaboração de novas análises, a limitação da periodicidade resulta na possibilidade de inconsistência de cálculo dos indicadores de custo de oportunidade a partir da metodologia empregada.

Em relação ao período de análise restrito ao ano de 2012, cabe esclarecer as motivações da delimitação. Primeiramente, este estudo foi influenciado pela análise realizada por PACINI & SILVEIRA (2011), a qual compreendeu um período de 48 meses entre 2005 e 2009. Portanto, à época de sua idealização (ano de 2014) esta dissertação buscou estender por igual período de quatro anos a análise dos autores, no intuito de manter certa simetria cronológica na proposta de análise. Em segundo lugar, em geral, estudos

envolvendo modelagem e utilização de dados setoriais buscam delimitar o ano base das análises cerca de dois anos antes da data de elaboração do estudo, como foi exatamente o caso específico desta dissertação.

O preço médio mensal de um combustível, seja EHC ou gasolina C, pode se apresentar vantajoso, em relação ao seu substituto, sem necessariamente demonstrar esta vantagem em todas as semanas do referido mês em questão. Todavia, a depender da periodicidade da avaliação do custo de oportunidade, este pode ser nulo, na contabilidade mensal, e positivo, na semanal, por exemplo. A restrição da verificação à apuração mensal, oculta a possível existência de custos de oportunidade ocorridos nas semanas em que a média de preço do combustível esteve pontualmente desfavorável.

Em relação à proposta de modelagem, há fragilidades nos critérios de rateio aplicados ao modelo de frota (item 3.7.1) e de rateio de consumo de combustível (item 3.7.3) entre as unidades federativas (vide Capítulo 3). Embora ambas as fragilidades já tenham sido contempladas minimamente, quando da sua aplicação, vale ressaltá-las novamente.

No modelo de frota, o critério utilizado para distribuir o estoque total de veículos *flex* nacionais entre as unidades federativas foi baseado nas estatísticas mensais das frotas de veículos leves das unidades federativas. A partir destes dados, foram identificadas as participações relativas de cada UF na frota total de leves, sem distinção da tecnologia de motorização envolvida no total de veículos, um critério de ponderação (peso) intitulado de “frota relativa”. Supôs-se a mesma representatividade da frota estadual para a divisão da frota *flex*, o que não é necessariamente verdade. Dentre as conjecturas para contestar a validade do critério, pode-se supor a velocidade de adoção tecnológica diferente entre as regiões do país, e a restrição de renda e acesso ao mercado automotivo em alguns estados menos desenvolvidos, por exemplo.

O modelo de consumo estimou o volume de EHC e gasolina C associado ao consumo dos veículos monocombustíveis da frota nacional. O critério utilizado para distribuí-lo entre as unidades federativas foi baseado em um indicador construído a partir de dados de consumo estadual destes combustíveis entre os anos 2000 e 2002. O consumo dos veículos *flex* propriamente dito foi obtido de forma indireta, a partir do volume total de EHC/gasolina C consumido pelas unidades federativas (restrito aos veículos leves) e do valor estimado para o consumo dos veículos monocombustíveis.

A fragilidade consiste exatamente no valor estimado para os veículos monocombustíveis das unidades federativas, visto que o critério de repartição do consumo nacional foi baseado em dados de um período limitado a três anos no passado. Dentre os fatores que podem influenciar a mudança da participação (*share*) estadual estimado encontram-se o sucateamento diferenciado entre as frotas estaduais; o próprio sucateamento diferenciado das frotas monocombustíveis a EHC e gasolina C, desequilibrando a proporção do consumo entre os combustíveis ao longo dos anos da análise; além da própria variabilidade do consumo de combustível, tanto entre os anos envolvidos na criação da participação (*share*) estadual, quanto entre 2005-2012. A alteração de quaisquer desses elementos, interferiria indiretamente nos volumes estaduais de EHC e gasolina C da frota *flexfuel*.

Algumas limitações deste estudo residem nas escolhas realizadas para a condução da modelagem. Este é o caso do critério utilizado na elaboração dos agrupamentos entre as unidades federativas no Capítulo 4 (item 4.3). Os ensaios realizados propuseram o uso do consumo percentual de combustível (EHC e gasolina C) como critério de inclusão das unidades federativas às curvas de abatimento de custo de oportunidade. O resultado obtido fica provavelmente condicionado ao uso de tal critério, sendo outra possibilidade a aplicação do custo de oportunidade proporcional de cada UF, por exemplo.

Em relação às causas aventadas para a preferência do consumidor, conforme enunciado na seção 4.4, há indícios de causas heterogêneas que fragilizam suposições prévias como a existência de escolha racional e a substituição perfeita entre os combustíveis dos veículos *flex*. Este estudo considera, inclusive, a provável presença de heterogeneidade entre as unidades federativas brasileiras, identificadas a partir do comportamento do consumo ao longo do período de análise, mesmo sem comprovar suas causas efetivas. No entanto, as causas aventadas carecem ainda de verificação científica, pois as considerações deste estudo são insuficientes para determinar a composição da preferência do consumidor.

No que tange os dados de preço utilizados pela ANP na divulgação de preços médios de revenda de combustível nas unidades federativas, destaca-se que tais informações são baseadas em médias amostrais de preços praticados nos postos de abastecimento de cada uma das unidades federativas. Para efeitos de cálculo, nesta análise não foram abordadas a variabilidade de preços entre os postos de abastecimento, o que restringe a avaliação



da variável de certa forma.

A estimativa de  $(E_c/E_g)_r$  da frota de novos veículos *flex*, nos cinco estados considerados (Acre, Alagoas, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo), busca identificar uma tendência para o valor deste parâmetro para a frota *flex* estadual. De fato, trata-se de uma quantidade restrita de unidades federativas (18,5% do total), o que representa uma limitação da análise, em função da disponibilidade de dados restrita. A fragilidade, em si, reside na extensão dos valores encontrados para o grupo restrito de estados às unidades federativas restantes, pois, embora a composição de veículos novos esteja limitada às mesmas poucas montadoras, a predominância de alguma delas pode influenciar o padrão tecnológico de uma unidade federativa.

Conforme mencionado no item 4.2, à rigor, os resultados encontrados não consistem necessariamente no valor da razão média entre as autonomias combinadas do EHC e da gasolina C para as frotas *flexfuel* estaduais. A verificação precisa deste valor passa pela avaliação da frota residual, desde o surgimento da tecnologia *flexfuel* em 2003 até 2012, quando se encerra o período de análise.

Adicionalmente, o processo de verificação de um parâmetro, a partir de um conjunto amostral, deve ser conduzido com maior rigor estatístico. Considerando-se a avaliação do parâmetro tecnológico pela sua média, uma forma possível de verificação estatística é a realização de um teste de hipóteses para média<sup>100</sup> populacional, por exemplo. No entanto, entende-se que a certificação do valor da média populacional de  $E_c/E_g$  consistiria em estudos específicos e posteriores a esta análise preliminar.

No que tange o processo de agrupamento das frotas estaduais realizado no Capítulo 4, os arranjos propostos levaram em conta apenas a contribuição das unidades federativas para a redução do custo de oportunidade do conjunto. Foram desconsideradas eventuais restrições econômicas à uniformização dos mercados automotivos estaduais, bem como todos os aspectos logísticos e fiscais envolvidos em medidas de tal natureza.

Ainda referente à padronização veicular, vale destacar a fragilidade da medida proposta. As conclusões apontadas foram baseadas na análise de um período regresso, o qual não

---

<sup>100</sup> A sugestão inicial para o teste de hipótese da média populacional de  $E_c/E_g$  consiste em testar a hipótese nula de que o valor médio da população de veículos *flex* é 0,70 ( $H_0: \mu = 0,70$ ) contra a hipótese alternativa de que o valor é menor ( $H_1: \mu < 0,70$ ), como indica a amostra de dados oriunda do PBE Veicular.

necessariamente apresentará características idênticas, ou mesmo semelhantes, no futuro. A alteração do padrão de consumo de EHC e gasolina C, sobretudo a sua variabilidade entre as unidades federativas, são fatores que influenciariam diretamente a viabilidade da aplicação de tais medidas, por exemplo.

Em relação às causas aventadas ao final do Capítulo 4, destaca-se que a pesquisa ficou limitada a algumas fontes de informação que buscaram consolidar parte das motivações envolvidas na preferência por combustíveis. De fato, a abrangência do tema requer um estudo mais aprofundado e orientado a este propósito. O objetivo, no entanto, foi tornar evidente que os valores obtidos, a partir da análise, podem representar a combinação de custos de oportunidade e de utilidade. Todavia, a diferenciação entre os tipos de custo restringiu-se a identificar algumas de suas naturezas, sem precisar a representatividade de cada um deles no dispêndio adicional com combustíveis.

## **5.2. Propostas de estudos futuros**

As possibilidades de estudos futuros, baseadas nas questões abordadas neste trabalho, podem ser separadas em duas categorias. A primeira delas refere-se ao aprimoramento do grau de detalhamento daquilo que foi apresentado e engloba a temática da avaliação dos mercados de combustíveis e do padrão tecnológico das frotas veiculares. A segunda refere-se a análises complementares que não foram necessariamente tratadas aqui. As propostas estão enunciadas a seguir, as duas primeiras relativas à primeira categoria e as cinco últimas relativas à segunda.

As duas primeiras propostas sugerem a mitigação de algumas limitações e fragilidades. A primeira reside na variabilidade dos preços dos combustíveis ao longo do mês: a avaliação do dispêndio com combustível pode ser reproduzida a partir da adoção da periodicidade semanal de preços e consumo. A segunda refere-se à variabilidade dos preços entre os postos da amostra da ANP: a alternativa possível seria a redução da abrangência geográfica, concentrando a análise em níveis municipal e local (bairros).

A distinção entre os tipos de consumidores de EHC, aliada à compreensão da heterogeneidade do consumo, pode contribuir para a definição da política tributária aplicada a ambos os combustíveis. Estudos desta natureza, baseados na abordagem utilizada por ANDERSON (2012), permitem refinar a análise dos níveis de tributação discutida por CAVALCANTI (2011).

A avaliação do dispêndio econômico com combustível deu origem a uma solução que buscou mitigá-lo, ou seja, reduzir alguma fração do “peso-morto” existente na interação entre oferta e demanda por combustível *flex*. A princípio, o beneficiário de tais medidas é o consumidor direto, pois pode desfrutar de alguma melhoria de eficiência alocativa no mercado de combustível. Todavia, há possibilidades de ganhos fiscais para o Estado por meio de arrecadação de ICMS, por exemplo.

Em geral, o princípio é simples. O governo perde arrecadação fiscal quando há custo de oportunidade de um combustível cuja alíquota de ICMS é inferior à alíquota do seu substituto. Admitindo-se  $E_e/E_g = 0,68$  pode-se supor que a aquisição de um litro de EHC equivale à aquisição de 0,68 litro (680 ml) de gasolina C. Portanto, a tributação estadual de cada litro de combustível é representada por  $T_{EHC} = A_e P_e$  e  $T_{GC} = A_g P_g (E_e/E_g)$ ; sendo  $A_e$  a alíquota de ICMS sobre o EHC, e  $A_g$  a alíquota sobre a gasolina C. A perda líquida de arrecadação pode ser avaliada pela soma das perdas de arrecadação por cada litro de combustível, ponderado pelo seus respectivos consumos:

$$C_e \left( A_g P_g \frac{E_e}{E_g} - A_e P_e \right) + C_g \left( A_e P_e - A_g P_g \frac{E_e}{E_g} \right) \equiv \left( A_g P_g \frac{E_e}{E_g} - A_e P_e \right) (C_e - C_g)$$

A relevância da análise se dá principalmente pela possibilidade de financiar medidas de eficiência alocativa para o mercado de combustíveis *flex* no Brasil. No caso específico da análise realizada neste trabalho, a avaliação da perda ou ganho de arrecadação fiscal pode constituir uma restrição ao processo de construção das curvas de abatimento do custo de oportunidade, ao considerar a minimização do custo de oportunidade aliada à maximização da arrecadação fiscal do governo.

No que tange especificamente às restrições envolvidas no agrupamento das frotas das unidades federativas, propõe-se a elaboração de restrições relevantes ao problema, a fim de caracterizá-lo, de fato, como um problema de otimização. Dentre as possibilidades de restrição, a recomendação principal reside na avaliação da arrecadação fiscal em função do custo de oportunidade de combustível, conforme exposto imediatamente acima.

Quanto aos critérios de inclusão das unidades federativas nas curvas de abatimento de custo de oportunidade, a principal sugestão reside na utilização dos valores percentuais de custo de oportunidade das unidades federativas em relação ao total nacional. Neste estudo, o critério utilizado ao longo do processo de construção das curvas foi baseado

no consumo percentual de combustível das unidades federativas. Entretanto, por se tratar apenas de um ensaio, sugerem-se novas abordagens para a construção de soluções intermediárias aos casos elencados no Capítulo 4.

A exploração das causas envolvidas na preferência do consumidor pelos combustíveis do ciclo Otto apresenta um vasto leque de possibilidades de estudos futuros. A maior parte deles esbarra na necessidade de dados com maior especificidade e possibilidades de periodicidade (semanal, por exemplo). Dentre as possibilidades de estudo, destaca-se especificamente a avaliação da relevância da ilusão monetária no consumo de EHC.

A ilusão monetária pode ser avaliada segundo diversas formas; dentre elas, uma abordagem pertinente é a consideração da diferença de preços absolutos entre EHC e gasolina C, e o nível de renda do consumidor no instante do mês em que ocorre o abastecimento do veículo. Visto que o custo por volume (R\$/L) de EHC é geralmente inferior àquele da gasolina C, pode haver indução do seu consumo por razões distintas da avaliação do custo da quilometragem (R\$/Km). Uma hipótese pertinente a ser testada é a possível maior propensão ao consumo de EHC, oriunda do efeito renda, quando do recebimento do salário. Tal situação pode induzir o consumidor a encher o tanque do veículo *flexfuel* com EHC ao invés de Gasolina C, pois o custo absoluto de um abastecimento completo acaba representando uma fração inferior da renda do consumidor.

Por fim, uma abordagem mais generalizada consistiria, por exemplo, na realização de novas pesquisas de campo para o levantamento de dados empíricos relacionados à preferência do consumidor, e na elaboração de funções de probabilidade de consumo de EHC/gasolina C com variáveis qualitativas, tais como clima, idade do consumidor, padrão veicular ( $E_c/E_g$ ), localização geográfica e eventuais variáveis identificadas por meio das pesquisas de campo mencionadas.

## Referências Bibliográficas

ANDERSON, S. (2012). *The demand for ethanol as a gasoline substitute*. Journal of Environmental Economics and Management, nº 63, pp.151-168.

ALVES, M. de L.; BRANDÃO, L. E. T. (2007). *Automóvel Flex fuel: quanto vale a opção de escolher o combustível?* Encontro da Associação nacional de pósgraduação e pesquisa em administração, 31, Rio de Janeiro: ANPAD.

ANFAVEA (2014). *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2014*. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. São Paulo: Anfavea, 2014. Disponível em: <http://www.virapagina.com.br/anfavea2014>, acesso em agosto de 2015.

\_\_\_\_\_ (2015a). *Estatísticas Anfavea – Séries Temporais de licenciamentos de veículos automotores*. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/docs/seriestemporais.zip>. Acesso em janeiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2015b). *Estatísticas Anfavea – tabela de Produção, vendas e exportações de autoveículos*. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/tabelas2015.html>. Acesso em janeiro de 2015.

ANP (2011a). *A elevação dos preços de revenda dos combustíveis automotivos do ciclo Otto no ano de 2011 e o papel da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), disponível em <http://www.anp.gov.br>, acesso em novembro de 2013.

\_\_\_\_\_ (2011b), *Resolução Nº 7, de 09/02/2011 – DOU 10/02/2011*, disponível em [http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2011/fevereiro/ranp%207%20-%202011.xml](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2011/fevereiro/ranp%207%20-%202011.xml), acesso em janeiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2012a). *Boletim Anual de Preços 2012*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), disponível em <http://www.anp.gov.br>, acesso em novembro de 2013.

\_\_\_\_\_ (2012b). *Estruturas de formação de preços*. Agência Nacional de Petróleo,

Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) – Defesa da Concorrência, disponível em <http://www.anp.gov.br/?pg=72610&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1421693429632>, acesso em janeiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2013a). *Boletim Anual de Preços 2013*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), disponível em <http://www.anp.gov.br>, acesso em julho de 2014.

\_\_\_\_\_ (2013b). *Análise da evolução recente dos preços de revenda de etanol hidratado combustível e a sua relação com a gasolina comum (abril a junho de 2013)*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), disponível em <http://www.anp.gov.br>, acesso em julho de 2014.

\_\_\_\_\_ (2013c). *Evolução do mercado de combustíveis e derivados: 2000-2012*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), disponível em <http://www.anp.gov.br>, acesso em novembro de 2013.

\_\_\_\_\_ (2013d). *Resolução N° 40, de 25/10/2013 - DOU 30.10.2013*. Disponível em: [http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2013/outubro/ranp%2040%20-%202013.xml](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2013/outubro/ranp%2040%20-%202013.xml), acesso em janeiro 2015.

\_\_\_\_\_ (2013e). *Anuário Estatístico 2013*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), disponível em <http://www.anp.gov.br>, acesso em janeiro 2015.

\_\_\_\_\_ (2015). *Vendas, pelas Distribuidoras, dos Derivados Combustíveis de Petróleo*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em janeiro 2015.

BAÊTA, J. G. C. (2006). *Metodologia experimental para a Maximização do Desempenho de um Motor Multicombustível Turboalimentado sem Prejuízo à Eficiência Energética Global*, Tese de Doutorado, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

BCB (2013). *Índices de Preços no Brasil*. Brasília: s.n., 2013.

BNDES (2008). *Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável*. Organização BNDES e CGEE, 1st ed., 316 pp., Novembro, Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_ (2010). *Logística para o etanol: situação atual e desafios futuros*. BNDES Setorial 31. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, pp.49-98.

BORBA, B. S. M. C. (2008). *Metodologia de regionalização do mercado de combustíveis líquidos automotivos no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

\_\_\_\_\_ (2012). *Modelagem Integrada da Introdução de Veículos Leves Conectáveis à Rede Elétrica no Sistema Energético Brasileiro*. Tese de Doutorado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

BORBA et al (2014). *Projeto Opções de Mitigação de Emissões de GEE em Setores-Chave do Brasil. Fundo para o Meio Ambiente Global (GEF): Subprojeto Transportes*. Brasília: MCTI/PNUMA. 210 pp.

BRADLEY, T. H., FRANK, A. A. (2009). *Design, demonstrations and sustainability impact assessments for plug-in hybrid electric vehicles*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, n. 13, pp. 115-128.

BRASIL (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/legisla.htm>, acesso em janeiro de 2015, Brasília.

\_\_\_\_\_ (1993). *Lei nº 8.723/93: Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências*. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/legisla.htm>, acesso em agosto de 2010, Brasília.

\_\_\_\_\_ (1997). *Portaria MME Nº 8 de 16/01/1997 – DOU 17/01/1997. Dispõe sobre atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos*. Disponível em [http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder\\_portarias/portarias\\_mme/1997/pmme%208%20-%201997.xml](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_portarias/portarias_mme/1997/pmme%208%20-%201997.xml), acesso em janeiro de 2015, Brasília.

\_\_\_\_\_ (2011). *Lei Nº 12.490/11: Dispõe sobre a política e a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis*. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Lei/L12490.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12490.htm), acessado em janeiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2013). Ministério da Fazenda - Secretaria do Tesouro Nacional (STN). *O que você precisa saber sobre transferências constitucionais e legais*, disponível em [http://www.tesouro.fazenda.gov.br/documents/10180/190777/CartilhaCIDE13\\_01\\_23.pdf](http://www.tesouro.fazenda.gov.br/documents/10180/190777/CartilhaCIDE13_01_23.pdf), acesso em janeiro de 2015.

CARSALADE, A. M. (2013). *Interações entre mudanças climáticas globais e poluição atmosférica local: implicações para a expansão do setor elétrico brasileiro*. Dissertação de Mestrado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CAVALCANTI, M. C. B. (2006). *Análise dos tributos incidentes sobre os combustíveis automotivos no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

\_\_\_\_\_ (2011). *Tributação relativa etanol-gasolina no Brasil: Competitividade dos combustíveis, arrecadação do Estado, e internalização de custos de carbono*. Tese de Doutorado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CETESB (2011). *Qualidade do ar no Estado de São Paulo*. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br>, acesso em novembro de 2013.

\_\_\_\_\_ (2013). *Curvas de intensidade de uso por tipo de veículo automotor da frota da cidade de São Paulo*. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br>, acesso em Julho de 2014.

CGEE (2009). *Bioetanol como combustível: uma oportunidade para o Brasil*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), outubro.

COMPÉAN, R. G.; POLENSKE, K.,R. (2011). *Antagonic bioenergies: Technological divergence of the ethanol industry in Brazil*. Energy Policy, nº 39, pp. 6951-6961.

CUNHA, B. (2015). *Análise da influência do óleo diesel e da gasolina automotiva sobre a inflação nacional*. Dissertação de Mestrado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



DENATRAN (2013). Frota de veículos. Secretaria Nacional de Estatística de Trânsito (SINET) do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). Disponível em <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>, acesso em dezembro de 2013.

DI BARTOLO, T. (2012). *Avaliação da factibilidade da política de padronização veicular da união europeia, a partir da maior inserção do etanol brasileiro*, Dissertação de Mestrado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

DU, X.; Carriquiry, M. A. (2013). *Flex-fuel vehicle adoption and dynamics of ethanol prices: lessons from Brazil*. Energy Policy n° 59, pp. 507-512.

EPE (2011). *Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis*. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.epe.gov.br>, acesso em novembro de 2013.

\_\_\_\_\_ (2012). *Consolidação de Bases de dados do setor transporte: 1970-2010. Nota Técnica SDB-Abas N°1/2012*. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.epe.gov.br>, acesso em novembro de 2014.

\_\_\_\_\_ (2013). *Avaliação do comportamento dos usuários de veículos flex fuel no consumo de combustíveis no Brasil*. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.epe.gov.br>, acesso em dezembro de 2013.

\_\_\_\_\_ (2014a). *Estudo da Demanda de Energia 2050. Nota Técnica DEA 12/14*. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, Brasil. 232 pp., disponível em <http://www.epe.gov.br>, acesso em novembro de 2014.

\_\_\_\_\_ (2014b). *Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis*. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.epe.gov.br>, acesso em novembro de 2014.

\_\_\_\_\_ (2015). *Caracterização do Cenário Econômico para os próximos 10 anos (2015-2024). Nota Técnica DEA 12/15*. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.epe.gov.br>, acesso em janeiro de 2016.

FECOMBUSTIVEIS (2009). *Relatório Anual da Revenda de Combustível 2009*.

Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes (Fecombustíveis), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/relatorio-anual-da-revenda-de-2009/>, acesso em fevereiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2010). *Relatório Anual da Revenda de Combustível 2010*. Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes (Fecombustíveis), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/relatorio-anual-da-revenda-de-2010/>, acesso em fevereiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2011). *Relatório Anual da Revenda de Combustível 2011*. Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes (Fecombustíveis), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/relatorio-anual-da-revenda-de-2011/>, acesso em fevereiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2012). *Relatório Anual da Revenda de Combustível 2011*. Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes (Fecombustíveis), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/relatorio-anual-da-revenda-de-2011/>, acesso em fevereiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2013). *Relatório Anual da Revenda de Combustível 2012*. Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes (Fecombustíveis), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/relatorio-anual-da-revenda-de-2011/>, acesso em fevereiro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2014). *Relatório Anual da Revenda de Combustível 2013*. Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes (Fecombustíveis), Rio de Janeiro, disponível em <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/relatorio-anual-da-revenda-de-2011/>, acesso em fevereiro de 2015.

FENABRAVE (2013). *Modelos de veículos novos mais vendidos*, disponível em [http://www.tela.com.br/dados\\_mercado/maisvendidos/index\\_cubo.asp?codItem=13&ws=f&acesso=true&log=54443](http://www.tela.com.br/dados_mercado/maisvendidos/index_cubo.asp?codItem=13&ws=f&acesso=true&log=54443), acesso em dezembro de 2013.

FIGUEIREDO, F., FERREIRA, T. (2002). *Os Preços Administrados e a Inflação no Brasil*. Trabalhos para Discussão. nº 59.

FIGUEIREDO, S.F. (2006). *O carro a álcool: uma experiência de política pública para*

*a inovação no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

FREITAS, L. C., KANEKO, S. (2011). *Ethanol Demand in Brazil: Regional approach*. Energy Police nº 39, pp. 2289-2298.

GALINA, S.V.R.; DIAS, A.V.C. (2004). *Estratégias de lucro e a organização internacional das atividades de inovação: uma comparação entre a cadeia automotiva e a de telecomunicações no Brasil*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24. Florianópolis, SC: ENEGEP, 2004. pp. 1-8.

GUJARATI, D. (2006). *Econometria Básica*. Tradução de Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Elsevier. ISBN 85-352-1664-6

G1 (2012). *Planejado contra hiperinflação, plano Collor deu início à abertura comercial*. Disponível em <http://g1.globo.com/economia/noticia/2012/09/planejado-contrahiperinflacao-plano-collor-deu-inicio-abertura-comercial.html>, acesso em janeiro de 2015.

IBGE (2013). *Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

IEA (2010). *International Energy Agency, Transport Energy Efficiency: Implementation of IEA Recommendations since 2009 and Next Step*. International Energy Agency (IEA), Paris, disponível em [www.iea.org/papers/2010/transport\\_energy\\_efficiency.pdf](http://www.iea.org/papers/2010/transport_energy_efficiency.pdf), acesso em dezembro 2013.

IEA (2011). *International Energy Agency, Technology Roadmap: Electric and plug-in hybrid electric vehicles*. International Energy Agency (IEA), Paris.

IEA (2012). *International Energy Agency, Technology Roadmap: Fuel Economy of Road Vehicles*. International Energy Agency (IEA), Paris.

IMF (2016). *International Monetary Fund, Transcript of the Press Conference on the Release of the World Economic Outlook Update*. International Monetary Fund (IMF), disponível em: <http://www.imf.org/external/np/tr/2016/tr011916.htm>, acesso em janeiro de 2016.

INMETRO (2014). *Inmetro anuncia 4ª edição do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular*. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), disponível em [http://www2.inmetro.gov.br/pbe/novidades\\_detalhe.php?i=Mw==](http://www2.inmetro.gov.br/pbe/novidades_detalhe.php?i=Mw==), acesso em dezembro de 2013.

LIMA, N.C. (2011) *A formação dos preços do etanol hidratado no mercado brasileiro de combustíveis*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

MAGNETI MARELLI (2015). *Sistema Multicombustível Flexfuel*, disponível em <http://www.magnetimarelli.com>, acesso em 5 de janeiro de 2015.

MALFATTI, L. (2009). *Análise Qualitativa do Ciclo Real e Tempo de Combustão em um Motor Padrão ASTM-CFR Operando com Mistura de Gasolina e Etanol Hidratado*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

MALIGO, C. (2005). *Modelo para Simulação da Operação de Carregamento de Caminhões Tanque em uma Base de Distribuição de Combustíveis Automotivos*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUCRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MARJOTTA-MAISTRO, M. (2002). *Ajustes nos Mercados de Álcool e Gasolina no Processo de Desregulamentação*. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, SP, Brasil.

MATTOS, J. A. B.; CORREIA, E. L. (1996). *Uma Nova Estimativa da Frota de Veículos Automotivos no Brasil*, VII Congresso Brasileiro de Energia – CBE. Brasil.

MESQUITA, D.L. (2009). *O processo de construção da tecnologia flex fuel no Brasil: uma análise sob a ótica da "plataforma de negócio" (business platform)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, MG, Brasil.

MESQUITA, D.L.; BORGES, A. F.; SUGANO, J. Y.; SANTOS, A., C. (2012). *O desenvolvimento de Processos de Inovação Sob a Ótica da Teoria dos Custos de Transação: O caso da Tecnologia Flex-Fuel*. XV SEMEAD – Desafios da Gestão: Econômico, Social e Ambiental. Área Temática: Economia de Empresas. Disponível em [http://sistema.semead.com.br/15semead/resultado/an\\_resumo.asp?cod\\_trabalho=230](http://sistema.semead.com.br/15semead/resultado/an_resumo.asp?cod_trabalho=230),

acesso em outubro de 2012. ISSN 2177-3866.

MILANEZ, A.Y.; NYKO, D.; GARCIA, J. L. F.; XAVIER, C. E. O. (2010). *Logística para o etanol: situação atual e desafios futuros*. BNDES Setorial, n.31, p. 49-98. Rio de Janeiro.

MMA (2014). *2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários*. Relatório Final. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília. Brasil.

MME (2013). *Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis nº 60 - janeiro de 2013*. Ministério de Minas e Energia (MME). Disponível em <http://www.mme.gov.br>, acesso em dezembro de 2013.

NAPPO, M. (2007). *A demanda por gasolina no Brasil: Uma avaliação de suas elasticidades após a introdução dos carros bicombustível*. Dissertação de Mestrado. Escola de Economia de São Paulo – EESP, FGV, São Paulo, SP, Brasil.

NASCIMENTO, P.; YU, A.; QUINELLO, R. (2009). *Exogenous factors in the development of flexible fuel cars as a local dominant technology*. Journal of Technology Management & Innovation, v. 4, pp. 110-119.

NIGRO, F., SZWARC, A. (2009). *Etanol como combustível veicular: perspectivas tecnológicas e propostas de políticas públicas*. UNICA- União da Indústria de Cana-deAçúcar, São Paulo.

PACINI, H., & SILVEIRA, S. (2011). *Consumer choice between ethanol and gasoline: Lessons from Brazil and Sweden*. Energy Policy nº 39, pp. 6936-6942.

PBE Veicular (2013). *Consulta de Veículos Leves*. Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular, disponível em <http://pbeveicular.petrobras.com.br>. Acesso: dezembro de 2013.

PEREIRA, A. (2008). *Modelos de Planejamento Energético*. V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético..

PETROBRAS (2014). *Fatos e Dados: Entenda 10 questões sobre a nossa gasolina*, disponível em <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/entenda-dez-questoes-sobre-a-nossa-gasolina.htm>, acesso em janeiro de 2015.

PIACENTE, E.A. (2006). *Perspectivas do Brasil no mercado internacional de etanol*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

RODRIGUES, B. R. (2012). *Estoques reguladores de etanol combustível frente à introdução dos veículos flex fuel na frota nacional*. Dissertação de Mestrado, Programa de Planejamento Energético - PPE/COPPE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SALVO, A.; HUSE, C. (2011). *Is arbitrage tying the price of ethanol to that of gasoline? Evidence from the uptake of flexible-fuel technology*. The Energy Journal, v.32, nº 3, p.119-148.

SALVO, A.; HUSE, C. (2013). *Build it, but will they come? Evidence from consumer choice between gasoline and sugarcane ethanol*. Journal of Environmental Economics and Management, nº 66, p. 251-279.

SANTOS, G. F. (2013). *Fuel demand in Brazil in a dynamic panel data approach*. Energy Economics, nº 36, p. 229-240.

SCHMITT, F. W. (2010). *Metodologia de Avaliação de Eficiência Energética em Veículos Leves e Seus Impactos em Termos de Uso de Combustíveis*. Tese de Doutorado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SILVA, N. R. (2006). *Metodologia Para Determinação da Potência Indicada em Motores de Combustão Interna*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

SOARES, A. C., LEAL, J. E., AZEVEDO, I. R. (2003). *Diagnóstico da rede de distribuição de derivados de petróleo no Brasil e as representação em um SIG*. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, MG, Brasil.

SOUSA, E. L.L., MACEDO, I.C. (2010). *Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010.

SMITH, C. B. (2010). *Análise da Difusão de Novas Tecnologias Automotivas em Prol da Eficiência Energética na Frota de Novos Veículos Leves no Brasil*. Tese de Doutorado, Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ,

Brasil.

SZKLO, A.; SCHAEFFER, R.; DELGADO, F. (2007). *Can one say ethanol is a real threat to gasoline?*. Energy Policy, v. 35, pp. 5411-5421.

SZKLO, A., ULLER, V.C., BONFA, M.H.P. (2012). *Fundamentos do Refino de Petróleo*. Editora Interciência. 3ª edição. Rio de Janeiro.

ÚNICA (2015). Mapa da produção. União da Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA), disponível em <http://www.unica.com.br/mapa-da-producao/>, acesso: fevereiro de 2015.

Valor Setorial LOGÍSTICA (2014). *Operação Integrada. Mais eficiência com a conexão multimodal*. Revista Valor Setorial Logística (março de 2014). Disponível em <http://www.revistavalor.com.br/home.aspx?pub=42&edicao=5>, acesso: março de 2015.

VOLCI, G. A. (2007). *Comportamento Tribológico do Anel de Primeiro Canaleta em Motores Operando em Sistemas Flex Fuel*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

VARIAN, H. (2006). *Microeconomia: Princípios Básicos*. Tradução: Monteiro, M., Editora Campus, Rio de Janeiro.

## APÊNDICE A – TABELAS DA MODELAGEM ENERGÉTICA

Tabela 5-1: Licenciamentos anuais de automóveis (1957-2012)

Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total	Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total
1957	1.172	0	0	1.172	1985	23.892	578.177	0	602.069
1958	3.682	0	0	3.682	1986	53.094	619.290	0	672.384
1959	14.371	0	0	14.371	1987	23.084	387.176	0	410.260
1960	40.980	0	0	40.980	1988	64.734	492.010	0	556.744
1961	60.132	0	0	60.132	1989	220.984	345.598	0	566.582
1962	83.541	0	0	83.541	1990	462.585	70.250	0	532.835
1963	94.619	0	0	94.619	1991	468.462	129.139	0	597.601
1964	103.427	0	0	103.427	1992	431.635	164.840	0	596.475
1965	114.882	0	0	114.882	1993	675.403	227.289	0	902.692
1966	127.865	0	0	127.865	1994	1.007.462	119.203	0	1.126.665
1967	139.211	0	0	139.211	1995	1.374.265	32.808	0	1.407.073
1968	164.341	0	0	164.341	1996	1.399.212	6.333	0	1.405.545
1969	241.542	0	0	241.542	1997	1.568.803	924	0	1.569.727
1970	308.024	0	0	308.024	1998	1.210.904	981	0	1.211.885
1971	395.266	0	0	395.266	1999	1.001.996	9.851	0	1.011.847
1972	457.124	0	0	457.124	2000	1.167.164	9.610	0	1.176.774
1973	557.692	0	0	557.692	2001	1.280.117	14.979	0	1.295.096
1974	639.668	0	0	639.668	2002	1.181.780	47.366	0	1.229.146
1975	661.332	0	0	661.332	2003	1.046.474	33.034	39.095	1.118.603
1976	695.207	0	0	695.207	2004	967.235	49.801	278.764	1.295.800
1977	678.824	0	0	678.824	2005	609.903	30.904	728.375	1.369.182
1978	797.942	0	0	797.942	2006	260.824	1.650	1.293.746	1.556.220
1979	826.462	2.271	0	828.733	2007	186.554	88	1.788.876	1.975.518
1980	566.676	226.352	0	793.028	2008	127.896	68	2.065.313	2.193.277
1981	318.929	128.679	0	447.608	2009	113.283	58	2.361.423	2.474.764
1982	344.468	211.761	0	556.229	2010	132.116	44	2.512.546	2.644.706
1983	70.098	538.401	0	608.499	2011	199.100	43	2.448.112	2.647.255
1984	28.670	503.565	0	532.235	2012	136.365	0	2.715.060	2.851.425

Fonte: ANFAVEA (2014)



Tabela 5-2: Licenciamentos anuais de veículos comerciais leves (1957-2012)

Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total	Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total
1957	9.838	0	0	9.838	1985	4.763	67.374	0	72.137
1958	26.527	0	0	26.527	1986	8.822	77.759	0	86.581
1959	41.522	0	0	41.522	1987	8.106	71.507	0	79.613
1960	48.207	0	0	48.207	1988	12.578	74.472	0	87.050
1961	55.322	0	0	55.322	1989	39.837	53.931	0	93.768
1962	66.530	0	0	66.530	1990	80.270	11.746	0	92.016
1963	53.695	0	0	53.695	1991	77.796	21.843	0	99.639
1964	51.458	0	0	51.458	1992	67.292	30.663	0	97.955
1965	46.786	0	0	46.786	1993	89.195	36.946	0	126.141
1966	58.673	0	0	58.673	1994	120.023	22.631	0	142.654
1967	54.656	0	0	54.656	1995	183.409	7.898	0	191.307
1968	65.893	0	0	65.893	1996	222.756	1.314	0	224.070
1969	61.977	0	0	61.977	1997	232.885	196	0	233.081
1970	65.801	0	0	65.801	1998	177.830	243	0	178.073
1971	71.874	0	0	71.874	1999	120.233	1.096	0	121.329
1972	89.143	0	0	89.143	2000	143.315	682	0	143.997
1973	105.745	0	0	105.745	2001	132.303	3.356	0	135.659
1974	116.280	0	0	116.280	2002	102.183	8.595	0	110.778
1975	117.588	0	0	117.588	2003	105.989	3.346	9.083	118.418
1976	113.522	0	0	113.522	2004	110.710	1.149	49.615	161.474
1977	69.247	0	0	69.247	2005	87.130	1.453	83.729	172.312
1978	79.353	0	0	79.353	2006	55.737	213	136.588	192.538
1979	79.244	843	0	80.087	2007	59.106	19	214.214	273.339
1980	59.791	14.291	0	74.082	2008	89.125	16	263.934	353.075
1981	25.538	7.563	0	33.101	2009	108.449	12	290.875	399.336
1982	20.966	20.814	0	41.780	2010	148.608	6	363.627	512.241
1983	8.520	40.927	0	49.447	2011	177.704	8	400.159	577.871
1984	4.812	61.971	0	66.783	2012	137.557	0	447.814	585.371

Fonte: ANFAVEA (2014)

Tabela 5-3: Sucateamento anual de automóveis (1957-2012)

Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total	Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total
1957	3	0	0	3	1985	299.521	12.693	0	312.214
1958	12	0	0	12	1986	322.162	19.969	0	342.131
1959	50	0	0	50	1987	340.756	29.279	0	370.035
1960	166	0	0	166	1988	354.777	41.712	0	396.489
1961	373	0	0	373	1989	364.053	56.483	0	420.536
1962	753	0	0	753	1990	368.809	73.207	0	442.016
1963	1.356	0	0	1.356	1991	369.077	92.016	0	461.093
1964	2.279	0	0	2.279	1992	365.806	111.815	0	477.622
1965	3.621	0	0	3.621	1993	360.684	131.871	0	492.556
1966	5.474	0	0	5.474	1994	355.061	150.986	0	506.047
1967	7.909	0	0	7.909	1995	350.617	168.520	0	519.137
1968	11.024	0	0	11.024	1996	348.391	183.853	0	532.244
1969	14.985	0	0	14.985	1997	350.615	196.436	0	547.051
1970	19.835	0	0	19.835	1998	357.453	205.912	0	563.366
1971	25.771	0	0	25.771	1999	370.433	212.133	0	582.566
1972	32.916	0	0	32.916	2000	390.488	215.079	0	605.566
1973	41.610	0	0	41.610	2001	417.156	214.922	0	632.079
1974	52.079	0	0	52.079	2002	449.577	212.001	0	661.578
1975	64.523	0	0	64.523	2003	486.888	206.582	93	693.564
1976	79.294	0	0	79.294	2004	527.928	199.214	774	727.916
1977	96.480	0	0	96.480	2005	570.503	190.265	2.710	763.477
1978	116.530	0	0	116.530	2006	612.972	180.191	6.821	799.985
1979	139.223	5	0	139.228	2007	653.860	169.455	14.238	837.553
1980	163.920	547	0	164.467	2008	691.026	158.381	26.340	875.748
1981	190.412	949	0	191.361	2009	722.795	147.247	45.372	915.414
1982	218.521	2.009	0	220.530	2010	747.737	136.266	73.144	957.147
1983	246.502	4.380	0	250.882	2011	764.896	125.588	111.264	1.001.749
1984	273.942	7.606	0	281.547	2012	773.419	115.318	162.111	1.050.847

Fonte: ANFAVEA (2014) e MATTOS &amp; CORREIA (1996)

Tabela 5-4: Sucateamento anual de veículos comerciais leves (1957-2012)

Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total	Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total
1957	23	0	0	23	1985	61.546	2.062	0	63.608
1958	91	0	0	91	1986	62.834	3.211	0	66.046
1959	222	0	0	222	1987	63.440	4.667	0	68.106
1960	443	0	0	443	1988	63.364	6.557	0	69.921
1961	808	0	0	808	1989	62.685	8.717	0	71.402
1962	1.383	0	0	1.383	1990	61.507	11.006	0	72.513
1963	2.167	0	0	2.167	1991	59.876	13.653	0	73.529
1964	3.238	0	0	3.238	1992	57.971	16.392	0	74.363
1965	4.601	0	0	4.601	1993	56.032	19.111	0	75.143
1966	6.293	0	0	6.293	1994	54.235	21.598	0	75.833
1967	8.256	0	0	8.256	1995	52.844	23.798	0	76.641
1968	10.504	0	0	10.504	1996	52.005	25.660	0	77.665
1969	12.955	0	0	12.955	1997	51.893	27.126	0	79.019
1970	15.590	0	0	15.590	1998	52.564	28.148	0	80.712
1971	18.363	0	0	18.363	1999	54.141	28.715	0	82.856
1972	21.262	0	0	21.262	2000	56.790	28.830	0	85.620
1973	24.260	0	0	24.260	2001	60.320	28.547	0	88.868
1974	27.350	0	0	27.350	2002	64.592	27.926	0	92.518
1975	30.534	0	0	30.534	2003	69.486	26.965	22	96.473
1976	33.827	0	0	33.827	2004	74.748	25.773	144	100.665
1977	37.154	0	0	37.154	2005	80.074	24.416	383	104.874
1978	40.637	0	0	40.637	2006	85.219	22.937	880	109.036
1979	44.177	5	0	44.182	2007	90.023	21.396	1.822	113.241
1980	47.693	97	0	47.790	2008	94.329	19.831	3.348	117.509
1981	51.082	144	0	51.226	2009	97.985	18.276	5.686	121.947
1982	54.301	332	0	54.633	2010	101.008	16.756	9.224	126.988
1983	57.186	688	0	57.874	2011	103.409	15.290	14.147	132.845
1984	59.637	1.269	0	60.906	2012	105.157	13.891	20.794	139.842

Fonte: ANFAVEA (2014) e MATTOS &amp; CORREIA (1996)

Tabela 5-5: Estoque anual de automóveis (1957-2012)

Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total	Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total
1957	1.169	0	0	1.169	1985	6.450.955	2.161.017	0	8.611.972
1958	4.839	0	0	4.839	1986	6.181.887	2.760.338	0	8.942.225
1959	19.160	0	0	19.160	1987	5.864.215	3.118.235	0	8.982.450
1960	59.974	0	0	59.974	1988	5.574.172	3.568.533	0	9.142.705
1961	119.733	0	0	119.733	1989	5.431.103	3.857.648	0	9.288.751
1962	202.521	0	0	202.521	1990	5.524.879	3.854.691	0	9.379.570
1963	295.784	0	0	295.784	1991	5.624.264	3.891.814	0	9.516.078
1964	396.932	0	0	396.932	1992	5.690.093	3.944.838	0	9.634.931
1965	508.193	0	0	508.193	1993	6.004.812	4.040.256	0	10.045.068
1966	630.584	0	0	630.584	1994	6.657.213	4.008.473	0	10.665.686
1967	761.886	0	0	761.886	1995	7.680.860	3.872.761	0	11.553.622
1968	915.203	0	0	915.203	1996	8.731.681	3.695.241	0	12.426.922
1969	1.141.760	0	0	1.141.760	1997	9.949.869	3.499.729	0	13.449.598
1970	1.429.949	0	0	1.429.949	1998	10.803.320	3.294.798	0	14.098.117
1971	1.799.444	0	0	1.799.444	1999	11.434.882	3.092.516	0	14.527.398
1972	2.223.652	0	0	2.223.652	2000	12.211.559	2.887.047	0	15.098.606
1973	2.739.734	0	0	2.739.734	2001	13.074.519	2.687.104	0	15.761.623
1974	3.327.323	0	0	3.327.323	2002	13.806.723	2.522.469	0	16.329.192
1975	3.924.131	0	0	3.924.131	2003	14.366.308	2.348.921	39.002	16.754.231
1976	4.540.045	0	0	4.540.045	2004	14.805.615	2.199.508	316.991	17.322.114
1977	5.122.389	0	0	5.122.389	2005	14.845.015	2.040.147	1.042.657	17.927.819
1978	5.803.801	0	0	5.803.801	2006	14.492.867	1.861.606	2.329.582	18.684.055
1979	6.491.040	2.266	0	6.493.306	2007	14.025.561	1.692.239	4.104.220	19.822.020
1980	6.893.796	228.071	0	7.121.866	2008	13.462.431	1.533.926	6.143.193	21.139.550
1981	7.022.313	355.801	0	7.378.114	2009	12.852.919	1.386.737	8.459.244	22.698.900
1982	7.148.259	565.554	0	7.713.813	2010	12.237.298	1.250.515	10.898.645	24.386.459
1983	6.971.855	1.099.574	0	8.071.430	2011	11.671.502	1.124.970	13.235.493	26.031.965
1984	6.726.584	1.595.534	0	8.322.117	2012	11.034.449	1.009.652	15.788.442	27.832.543

Fonte: Elaboração própria baseada em ANFAVEA (2014)

Tabela 5-6: Estoque anual de veículos comerciais leves (1957-2012)

Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total	Ano	Gasolina	Etanol	Flex	Total
1957	9.815	0	0	9.815	1985	997.688	211.535	0	1.209.223
1958	36.251	0	0	36.251	1986	943.675	287.547	0	1.231.223
1959	77.551	0	0	77.551	1987	888.342	356.363	0	1.244.705
1960	125.315	0	0	125.315	1988	837.556	426.856	0	1.264.412
1961	179.829	0	0	179.829	1989	814.708	475.198	0	1.289.907
1962	244.976	0	0	244.976	1990	833.471	479.467	0	1.312.939
1963	296.504	0	0	296.504	1991	851.391	491.597	0	1.342.989
1964	344.724	0	0	344.724	1992	860.712	510.088	0	1.370.800
1965	386.910	0	0	386.910	1993	893.875	532.269	0	1.426.144
1966	439.289	0	0	439.289	1994	959.663	537.554	0	1.497.217
1967	485.689	0	0	485.689	1995	1.090.228	525.627	0	1.615.856
1968	541.078	0	0	541.078	1996	1.260.979	504.837	0	1.765.816
1969	590.101	0	0	590.101	1997	1.441.971	480.933	0	1.922.904
1970	640.312	0	0	640.312	1998	1.567.237	455.436	0	2.022.673
1971	693.822	0	0	693.822	1999	1.633.330	429.556	0	2.062.885
1972	761.703	0	0	761.703	2000	1.719.855	402.454	0	2.122.309
1973	843.188	0	0	843.188	2001	1.791.838	377.641	0	2.169.479
1974	932.117	0	0	932.117	2002	1.829.429	358.082	0	2.187.511
1975	1.019.172	0	0	1.019.172	2003	1.865.932	333.668	9.061	2.208.661
1976	1.098.867	0	0	1.098.867	2004	1.901.894	307.771	58.533	2.268.197
1977	1.130.960	0	0	1.130.960	2005	1.908.950	283.150	141.878	2.333.978
1978	1.169.676	0	0	1.169.676	2006	1.879.467	258.469	277.587	2.415.523
1979	1.204.743	841	0	1.205.584	2007	1.848.550	234.920	489.978	2.573.449
1980	1.216.841	15.096	0	1.231.937	2008	1.843.346	212.791	750.564	2.806.701
1981	1.191.297	22.596	0	1.213.893	2009	1.853.810	192.135	1.035.753	3.081.698
1982	1.157.962	43.262	0	1.201.223	2010	1.901.410	172.966	1.390.156	3.464.533
1983	1.109.296	83.869	0	1.193.165	2011	1.975.706	155.282	1.776.168	3.907.156
1984	1.054.471	145.224	0	1.199.695	2012	2.008.105	139.038	2.203.188	4.350.331

Fonte: Elaboração própria baseada em ANFAVEA (2014)

## ANEXO I – Licenciamentos mensais de veículos por tipo de combustível

Mês	Automóveis			Comerciais Leves			Mês	Automóveis			Comerciais Leves		
	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex		Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jan/57	91	0	0	771	0	0	jan/85	2.245	47.623	0	344	5.100	0
fev/57	94	0	0	637	0	0	fev/85	1.959	46.284	0	260	4.919	0
mar/57	99	0	0	851	0	0	mar/85	2.152	52.964	0	396	5.932	0
abr/57	135	0	0	692	0	0	abr/85	697	17.596	0	169	2.295	0
mai/57	96	0	0	904	0	0	mai/85	1.297	28.639	0	128	2.397	0
jun/57	143	0	0	982	0	0	jun/85	1.670	39.263	0	274	4.226	0
jul/57	105	0	0	989	0	0	jul/85	2.293	54.230	0	584	7.389	0
ago/57	65	0	0	905	0	0	ago/85	2.574	56.749	0	525	7.142	0
set/57	81	0	0	860	0	0	set/85	2.328	57.789	0	412	7.384	0
out/57	76	0	0	782	0	0	out/85	2.466	69.319	0	534	8.167	0
nov/57	67	0	0	473	0	0	nov/85	2.401	63.255	0	543	6.853	0
dez/57	120	0	0	992	0	0	dez/85	1.810	44.466	0	592	5.570	0
jan/58	251	0	0	2.677	0	0	jan/86	1.532	43.629	0	240	4.986	0
fev/58	317	0	0	2.393	0	0	fev/86	2.411	56.565	0	600	7.333	0
mar/58	322	0	0	2.209	0	0	mar/86	2.258	59.781	0	523	7.922	0
abr/58	401	0	0	1.823	0	0	abr/86	3.222	59.791	0	673	7.955	0
mai/58	289	0	0	2.323	0	0	mai/86	6.601	62.291	0	726	6.905	0
jun/58	421	0	0	2.358	0	0	jun/86	7.704	53.259	0	778	6.080	0
jul/58	331	0	0	2.435	0	0	jul/86	5.760	51.652	0	893	5.422	0
ago/58	236	0	0	2.290	0	0	ago/86	3.988	45.349	0	886	4.901	0
set/58	275	0	0	2.204	0	0	set/86	5.143	62.612	0	1.069	8.394	0
out/58	249	0	0	1.941	0	0	out/86	4.979	54.980	0	954	7.577	0
nov/58	234	0	0	1.449	0	0	nov/86	2.790	27.927	0	649	4.257	0
dez/58	356	0	0	2.425	0	0	dez/86	6.706	41.454	0	831	6.027	0
jan/59	1.282	0	0	4.618	0	0	jan/87	1.858	30.806	0	521	3.782	0
fev/59	1.143	0	0	4.170	0	0	fev/87	2.224	33.708	0	661	5.837	0
mar/59	1.292	0	0	3.467	0	0	mar/87	1.529	25.213	0	419	5.203	0
abr/59	1.197	0	0	2.909	0	0	abr/87	2.418	37.809	0	817	7.478	0
mai/59	1.185	0	0	3.540	0	0	mai/87	1.898	33.887	0	1.140	7.695	0
jun/59	1.382	0	0	3.714	0	0	jun/87	1.194	25.464	0	502	6.695	0
jul/59	1.226	0	0	3.628	0	0	jul/87	1.802	30.696	0	758	7.242	0
ago/59	1.160	0	0	3.344	0	0	ago/87	2.058	28.483	0	586	6.472	0
set/59	1.164	0	0	3.230	0	0	set/87	1.085	26.503	0	561	4.840	0
out/59	1.161	0	0	2.885	0	0	out/87	2.446	38.671	0	797	5.656	0
nov/59	1.087	0	0	2.289	0	0	nov/87	1.787	36.411	0	700	5.104	0
dez/59	1.092	0	0	3.728	0	0	dez/87	2.785	39.525	0	643	5.503	0
jan/60	5.879	0	0	5.456	0	0	jan/88	2.035	35.115	0	522	5.204	0
fev/60	4.331	0	0	4.946	0	0	fev/88	2.846	36.142	0	557	5.245	0
mar/60	4.260	0	0	4.003	0	0	mar/88	3.514	43.260	0	700	5.764	0
abr/60	2.819	0	0	3.384	0	0	abr/88	2.746	35.327	0	601	4.506	0
mai/60	2.927	0	0	4.074	0	0	mai/88	3.062	40.192	0	698	6.164	0
jun/60	3.662	0	0	4.280	0	0	jun/88	3.635	43.731	0	809	6.766	0
jul/60	2.815	0	0	4.170	0	0	jul/88	4.520	48.094	0	874	7.017	0
ago/60	2.868	0	0	3.848	0	0	ago/88	5.382	47.174	0	1.196	7.196	0
set/60	2.842	0	0	3.726	0	0	set/88	5.829	38.849	0	1.149	6.698	0
out/60	3.184	0	0	3.332	0	0	out/88	9.297	42.066	0	1.628	6.903	0
nov/60	2.648	0	0	2.721	0	0	nov/88	10.491	38.839	0	1.767	6.086	0
dez/60	2.745	0	0	4.267	0	0	dez/88	11.377	43.221	0	2.077	6.923	0
jan/61	6.778	0	0	6.528	0	0	jan/89	11.028	38.108	0	1.980	5.548	0
fev/61	5.309	0	0	5.403	0	0	fev/89	9.958	33.506	0	1.957	6.079	0
mar/61	5.858	0	0	4.924	0	0	mar/89	10.358	32.832	0	1.828	6.140	0
abr/61	4.523	0	0	3.846	0	0	abr/89	8.947	26.619	0	1.188	3.546	0
mai/61	4.789	0	0	4.616	0	0	mai/89	12.516	26.780	0	1.584	3.528	0
jun/61	5.581	0	0	4.832	0	0	jun/89	19.428	37.626	0	2.865	5.423	0
jul/61	4.588	0	0	4.612	0	0	jul/89	21.862	29.089	0	3.414	4.283	0
ago/61	4.624	0	0	4.389	0	0	ago/89	28.411	32.310	0	5.097	5.035	0
set/61	4.594	0	0	4.178	0	0	set/89	24.120	26.118	0	4.992	4.668	0
out/61	4.812	0	0	3.934	0	0	out/89	22.899	22.802	0	5.123	3.738	0
nov/61	4.375	0	0	3.308	0	0	nov/89	19.089	17.002	0	3.862	2.528	0
dez/61	4.301	0	0	4.752	0	0	dez/89	32.368	22.806	0	5.947	3.415	0
jan/62	9.817	0	0	7.706	0	0	jan/90	33.780	18.449	0	6.064	2.938	0
fev/62	7.608	0	0	6.840	0	0	fev/90	28.116	13.108	0	4.859	1.677	0
mar/62	8.559	0	0	5.571	0	0	mar/90	19.619	4.731	0	3.183	921	0
abr/62	6.443	0	0	4.493	0	0	abr/90	18.776	4.928	0	2.926	891	0
mai/62	6.622	0	0	5.653	0	0	mai/90	40.381	3.681	0	6.658	751	0
jun/62	7.612	0	0	5.936	0	0	jun/90	24.931	2.199	0	5.660	267	0
jul/62	6.217	0	0	5.727	0	0	jul/90	30.409	2.128	0	5.463	233	0
ago/62	6.222	0	0	5.352	0	0	ago/90	62.319	2.512	0	10.168	813	0

Mês	Automóveis			Comerciais Leves			Mês	Automóveis			Comerciais Leves		
	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex		Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
set/62	6.188	0	0	5.100	0	0	set/90	52.709	3.475	0	9.471	615	0
out/62	6.478	0	0	4.616	0	0	out/90	57.175	3.663	0	9.805	847	0
nov/62	5.752	0	0	3.722	0	0	nov/90	50.183	5.870	0	8.471	779	0
dez/62	6.023	0	0	5.814	0	0	dez/90	44.187	5.506	0	7.542	1.014	0
jan/63	9.114	0	0	6.119	0	0	jan/91	35.513	7.084	0	5.614	1.094	0
fev/63	7.579	0	0	5.448	0	0	fev/91	31.886	5.635	0	5.695	1.053	0
mar/63	9.410	0	0	4.563	0	0	mar/91	40.398	6.314	0	7.784	1.165	0
abr/63	7.821	0	0	3.702	0	0	abr/91	23.463	3.954	0	4.168	828	0
mai/63	8.143	0	0	4.600	0	0	mai/91	35.538	8.309	0	6.069	1.259	0
jun/63	9.060	0	0	4.785	0	0	jun/91	40.264	11.037	0	7.924	1.912	0
jul/63	7.342	0	0	4.547	0	0	jul/91	51.207	14.249	0	8.123	2.599	0
ago/63	7.291	0	0	4.309	0	0	ago/91	46.784	14.410	0	7.610	2.492	0
set/63	7.356	0	0	4.094	0	0	set/91	43.939	13.577	0	7.000	1.975	0
out/63	7.250	0	0	3.709	0	0	out/91	46.619	15.937	0	6.979	2.922	0
nov/63	6.758	0	0	3.168	0	0	nov/91	40.472	14.781	0	5.639	2.224	0
dez/63	7.495	0	0	4.651	0	0	dez/91	32.379	13.852	0	5.191	2.320	0
jan/64	9.003	0	0	4.480	0	0	jan/92	25.095	10.694	0	3.818	1.558	0
fev/64	7.735	0	0	3.916	0	0	fev/92	26.781	12.418	0	4.725	2.231	0
mar/64	10.175	0	0	4.662	0	0	mar/92	16.103	6.200	0	2.347	862	0
abr/64	8.638	0	0	3.838	0	0	abr/92	39.061	16.978	0	6.293	2.909	0
mai/64	9.176	0	0	4.773	0	0	mai/92	35.016	12.603	0	5.963	2.098	0
jun/64	9.960	0	0	4.930	0	0	jun/92	37.631	14.943	0	5.958	2.722	0
jul/64	8.345	0	0	4.660	0	0	jul/92	40.883	15.575	0	6.681	3.048	0
ago/64	8.310	0	0	4.284	0	0	ago/92	41.231	15.698	0	5.724	2.665	0
set/64	8.335	0	0	4.111	0	0	set/92	39.236	15.473	0	5.777	2.933	0
out/64	8.107	0	0	3.800	0	0	out/92	45.159	16.287	0	7.031	3.622	0
nov/64	7.682	0	0	3.236	0	0	nov/92	43.463	14.217	0	6.799	3.158	0
dez/64	7.961	0	0	4.768	0	0	dez/92	41.976	13.754	0	6.176	2.857	0
jan/65	13.016	0	0	3.751	0	0	jan/93	34.204	11.462	0	5.712	2.778	0
fev/65	9.891	0	0	3.194	0	0	fev/93	38.274	14.102	0	5.668	2.485	0
mar/65	11.832	0	0	4.296	0	0	mar/93	50.675	18.387	0	8.925	3.540	0
abr/65	8.855	0	0	3.525	0	0	abr/93	48.533	17.202	0	6.142	1.956	0
mai/65	9.355	0	0	4.373	0	0	mai/93	54.576	20.226	0	7.482	2.646	0
jun/65	10.108	0	0	4.551	0	0	jun/93	58.185	19.646	0	7.568	3.088	0
jul/65	8.606	0	0	4.301	0	0	jul/93	61.217	20.786	0	7.496	3.449	0
ago/65	8.818	0	0	4.005	0	0	ago/93	68.181	22.099	0	9.525	4.275	0
set/65	8.804	0	0	3.827	0	0	set/93	63.764	21.683	0	7.615	3.189	0
out/65	8.958	0	0	3.535	0	0	out/93	67.207	22.605	0	8.041	3.612	0
nov/65	8.314	0	0	3.052	0	0	nov/93	65.302	21.400	0	6.992	3.276	0
dez/65	8.325	0	0	4.376	0	0	dez/93	65.285	17.691	0	8.029	2.652	0
jan/66	11.634	0	0	4.666	0	0	jan/94	57.394	15.977	0	6.799	2.258	0
fev/66	9.744	0	0	3.933	0	0	fev/94	61.751	12.957	0	7.908	2.166	0
mar/66	12.248	0	0	5.373	0	0	mar/94	82.803	17.302	0	10.054	3.253	0
abr/66	10.153	0	0	4.412	0	0	abr/94	66.033	13.296	0	7.812	2.357	0
mai/66	11.040	0	0	5.492	0	0	mai/94	81.725	13.854	0	9.518	2.125	0
jun/66	11.572	0	0	5.826	0	0	jun/94	80.617	9.399	0	9.357	2.034	0
jul/66	10.374	0	0	5.421	0	0	jul/94	81.109	7.709	0	10.711	1.643	0
ago/66	10.544	0	0	5.029	0	0	ago/94	100.672	8.343	0	12.882	1.899	0
set/66	10.651	0	0	4.788	0	0	set/94	84.579	7.289	0	9.940	1.349	0
out/66	10.112	0	0	4.488	0	0	out/94	89.280	5.545	0	11.661	1.290	0
nov/66	9.888	0	0	3.756	0	0	nov/94	111.754	4.787	0	11.779	1.351	0
dez/66	9.905	0	0	5.489	0	0	dez/94	109.745	2.745	0	11.602	906	0
jan/67	6.825	0	0	2.678	0	0	jan/95	86.712	2.366	0	10.736	731	0
fev/67	9.083	0	0	3.484	0	0	fev/95	112.332	3.436	0	14.548	1.046	0
mar/67	12.840	0	0	5.214	0	0	mar/95	135.898	3.378	0	16.802	1.037	0
abr/67	10.548	0	0	3.987	0	0	abr/95	113.018	2.393	0	13.828	862	0
mai/67	12.349	0	0	4.972	0	0	mai/95	128.207	3.122	0	16.691	930	0
jun/67	13.101	0	0	4.604	0	0	jun/95	127.639	1.563	0	19.419	519	0
jul/67	12.850	0	0	5.126	0	0	jul/95	87.745	2.309	0	15.424	814	0
ago/67	13.117	0	0	4.792	0	0	ago/95	122.783	4.544	0	15.159	699	0
set/67	11.266	0	0	4.563	0	0	set/95	112.097	3.053	0	14.497	454	0
out/67	13.334	0	0	4.966	0	0	out/95	124.922	2.218	0	16.012	473	0
nov/67	11.652	0	0	4.573	0	0	nov/95	122.890	2.588	0	15.749	194	0
dez/67	12.246	0	0	5.697	0	0	dez/95	100.022	1.838	0	14.544	139	0
jan/68	6.547	0	0	3.722	0	0	jan/96	84.727	841	0	12.387	57	0
fev/68	11.355	0	0	4.640	0	0	fev/96	96.709	1.150	0	17.655	153	0
mar/68	13.138	0	0	5.621	0	0	mar/96	112.238	1.402	0	20.318	165	0
abr/68	13.235	0	0	5.536	0	0	abr/96	107.183	599	0	20.158	96	0
mai/68	14.062	0	0	5.643	0	0	mai/96	122.133	483	0	19.689	119	0
jun/68	12.209	0	0	5.879	0	0	jun/96	102.762	335	0	17.220	121	0
jul/68	14.959	0	0	6.233	0	0	jul/96	125.951	351	0	21.009	69	0

Automóveis							Comerciais Leves						
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
ago/68	14.453	0	0	6.226	0	0	ago/96	135.670	265	0	21.032	107	0
set/68	14.345	0	0	5.469	0	0	set/96	132.231	448	0	19.264	77	0
out/68	17.316	0	0	5.753	0	0	out/96	131.970	282	0	20.766	42	0
nov/68	16.557	0	0	5.354	0	0	nov/96	133.000	148	0	17.802	158	0
dez/68	16.165	0	0	5.817	0	0	dez/96	114.638	29	0	15.456	150	0
jan/69	14.766	0	0	3.916	0	0	jan/97	111.174	2	0	15.977	36	0
fev/69	18.496	0	0	4.926	0	0	fev/97	118.870	12	0	17.393	45	0
mar/69	21.980	0	0	5.172	0	0	mar/97	137.452	21	0	20.299	36	0
abr/69	22.888	0	0	5.696	0	0	abr/97	150.354	12	0	20.563	12	0
mai/69	21.809	0	0	5.559	0	0	mai/97	143.126	110	0	20.838	12	0
jun/69	19.948	0	0	5.222	0	0	jun/97	143.993	50	0	22.148	4	0
jul/69	19.588	0	0	5.710	0	0	jul/97	139.046	121	0	18.962	29	0
ago/69	19.780	0	0	5.481	0	0	ago/97	142.684	220	0	23.356	7	0
set/69	17.389	0	0	4.865	0	0	set/97	151.396	114	0	22.602	5	0
out/69	18.347	0	0	5.043	0	0	out/97	148.991	78	0	25.504	3	0
nov/69	17.372	0	0	4.654	0	0	nov/97	103.241	85	0	15.198	5	0
dez/69	29.179	0	0	5.733	0	0	dez/97	78.476	99	0	10.045	2	0
jan/70	20.982	0	0	4.344	0	0	jan/98	90.751	5	0	12.903	2	0
fev/70	21.139	0	0	5.141	0	0	fev/98	86.792	33	0	12.619	0	0
mar/70	24.883	0	0	5.211	0	0	mar/98	119.082	31	0	19.945	13	0
abr/70	27.804	0	0	5.615	0	0	abr/98	112.932	5	0	17.493	4	0
mai/70	23.717	0	0	5.270	0	0	mai/98	121.676	1	0	18.993	3	0
jun/70	24.937	0	0	5.216	0	0	jun/98	112.993	5	0	17.562	0	0
jul/70	25.886	0	0	5.809	0	0	jul/98	84.713	19	0	15.953	26	0
ago/70	23.708	0	0	5.609	0	0	ago/98	135.333	116	0	17.364	51	0
set/70	26.576	0	0	5.861	0	0	set/98	103.440	140	0	12.718	32	0
out/70	30.399	0	0	6.445	0	0	out/98	81.493	153	0	10.805	31	0
nov/70	31.442	0	0	6.033	0	0	nov/98	78.792	209	0	10.513	51	0
dez/70	26.551	0	0	5.247	0	0	dez/98	82.907	264	0	10.962	30	0
jan/71	19.039	0	0	3.978	0	0	jan/99	72.507	265	0	9.953	39	0
fev/71	27.964	0	0	3.996	0	0	fev/99	33.614	78	0	3.459	25	0
mar/71	33.534	0	0	5.651	0	0	mar/99	116.969	235	0	14.907	123	0
abr/71	33.705	0	0	5.961	0	0	abr/99	100.520	378	0	14.379	135	0
mai/71	36.130	0	0	6.341	0	0	mai/99	93.410	285	0	10.885	112	0
jun/71	35.162	0	0	6.928	0	0	jun/99	85.703	242	0	10.285	95	0
jul/71	32.058	0	0	6.335	0	0	jul/99	91.559	629	0	10.728	99	0
ago/71	31.117	0	0	6.193	0	0	ago/99	97.694	1.267	0	11.305	102	0
set/71	33.379	0	0	6.189	0	0	set/99	102.289	1.183	0	11.831	147	0
out/71	37.806	0	0	6.909	0	0	out/99	72.950	2.268	0	7.925	51	0
nov/71	37.740	0	0	6.806	0	0	nov/99	68.636	1.085	0	7.383	74	0
dez/71	37.632	0	0	6.587	0	0	dez/99	66.145	1.936	0	7.193	94	0
jan/72	30.921	0	0	5.748	0	0	jan/00	72.693	904	0	6.635	56	0
fev/72	36.543	0	0	6.124	0	0	fev/00	90.893	1010	0	10.237	58	0
mar/72	41.822	0	0	7.487	0	0	mar/00	95.180	738	0	10.732	34	0
abr/72	36.812	0	0	6.843	0	0	abr/00	92.306	429	0	12.459	28	0
mai/72	38.931	0	0	7.855	0	0	mai/00	100.712	420	0	14.267	39	0
jun/72	37.874	0	0	7.553	0	0	jun/00	95.181	937	0	13.822	33	0
jul/72	40.739	0	0	7.194	0	0	jul/00	98.167	827	0	12.319	12	0
ago/72	47.340	0	0	8.366	0	0	ago/00	109.715	1146	0	14.294	66	0
set/72	27.414	0	0	7.501	0	0	set/00	102.126	741	0	12.940	115	0
out/72	36.583	0	0	8.505	0	0	out/00	104.183	264	0	12.635	74	0
nov/72	36.455	0	0	8.454	0	0	nov/00	104.476	567	0	10.866	80	0
dez/72	45.690	0	0	7.513	0	0	dez/00	101.533	1627	0	12.109	87	0
jan/73	36.776	0	0	7.560	0	0	jan/01	93.225	1269	0	9.795	95	0
fev/73	46.402	0	0	8.741	0	0	fev/01	104.831	832	0	11.422	78	0
mar/73	43.032	0	0	8.986	0	0	mar/01	130.492	1056	0	15.937	152	0
abr/73	42.158	0	0	8.811	0	0	abr/01	122.912	939	0	14.313	201	0
mai/73	48.669	0	0	9.710	0	0	mai/01	130.007	924	0	14.258	117	0
jun/73	42.405	0	0	8.799	0	0	jun/01	112.313	906	0	10.824	136	0
jul/73	46.406	0	0	9.197	0	0	jul/01	100.580	782	0	9.236	65	0
ago/73	51.183	0	0	8.856	0	0	ago/01	107.126	816	0	9.975	136	0
set/73	44.562	0	0	8.315	0	0	set/01	78.565	1248	0	8.063	146	0
out/73	57.039	0	0	9.087	0	0	out/01	89.709	1549	0	8.668	163	0
nov/73	52.632	0	0	9.118	0	0	nov/01	108.664	1698	0	9.534	812	0
dez/73	46.428	0	0	8.565	0	0	dez/01	101.694	2960	0	10.277	1255	0
jan/74	46.327	0	0	7.465	0	0	jan/02	84.277	2.005	0	8.341	484	0
fev/74	45.968	0	0	8.033	0	0	fev/02	85.356	2.720	0	8.638	169	0
mar/74	59.562	0	0	10.145	0	0	mar/02	104.141	2.878	0	11.136	297	0
abr/74	55.197	0	0	8.662	0	0	abr/02	108.266	3.068	0	9.459	358	0
mai/74	54.941	0	0	9.269	0	0	mai/02	92.424	3.508	0	8.407	273	0
jun/74	46.925	0	0	7.148	0	0	jun/02	88.297	2.458	0	9.315	357	0



Mês	Automóveis			Comerciais Leves			Mês	Automóveis			Comerciais Leves		
	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex		Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jul/74	58.690	0	0	9.997	0	0	jul/02	88.872	3.950	0	7.927	446	0
ago/74	57.276	0	0	11.716	0	0	ago/02	103.371	3.968	0	8.585	675	0
set/74	52.317	0	0	11.747	0	0	set/02	103.576	4.361	0	7.370	1.478	0
out/74	57.180	0	0	12.275	0	0	out/02	119.418	7.232	0	8.678	1.507	0
nov/74	46.516	0	0	11.716	0	0	nov/02	98.768	5.841	0	7.326	1.183	0
dez/74	58.769	0	0	8.107	0	0	dez/02	105.014	5.377	0	7.001	1.368	0
jan/75	51.659	0	0	7.414	0	0	jan/03	81.546	1.398	0	5.532	188	0
fev/75	49.117	0	0	7.887	0	0	fev/03	98.072	1.897	0	8.654	66	0
mar/75	60.065	0	0	10.118	0	0	mar/03	84.146	2.007	0	6.895	116	0
abr/75	49.995	0	0	9.162	0	0	abr/03	82.596	2.140	0	9.837	139	0
mai/75	50.975	0	0	10.185	0	0	mai/03	80.714	2.447	1.036	10.740	106	241
jun/75	59.341	0	0	10.431	0	0	jun/03	73.617	1.714	1.950	8.650	139	453
jul/75	52.240	0	0	10.865	0	0	jul/03	80.886	2.755	1.926	9.243	174	447
ago/75	49.239	0	0	9.913	0	0	ago/03	78.684	2.767	2.938	8.930	263	682
set/75	62.566	0	0	9.413	0	0	set/03	91.141	3.041	3.250	9.895	575	755
out/75	60.648	0	0	11.867	0	0	out/03	99.996	5.044	7.110	9.778	587	1.652
nov/75	53.231	0	0	10.458	0	0	nov/03	99.184	4.074	9.702	9.779	461	2.254
dez/75	62.256	0	0	9.875	0	0	dez/03	95.894	3.750	11.183	8.056	533	2.598
jan/76	51.454	0	0	8.330	0	0	jan/04	84.700	2.108	10.191	7.643	65	1.566
fev/76	58.847	0	0	8.985	0	0	fev/04	88.062	2.860	10.994	8.948	23	1.864
mar/76	64.251	0	0	9.554	0	0	mar/04	97.796	3.026	15.268	8.309	40	2.731
abr/76	56.798	0	0	8.797	0	0	abr/04	74.984	3.226	18.581	8.270	48	3.492
mai/76	59.043	0	0	9.711	0	0	mai/04	74.708	3.688	19.542	9.052	36	3.505
jun/76	61.472	0	0	9.998	0	0	jun/04	75.678	2.584	24.218	7.803	48	4.229
jul/76	56.117	0	0	9.253	0	0	jul/04	76.091	4.153	26.892	9.021	60	4.401
ago/76	53.339	0	0	9.838	0	0	ago/04	76.393	4.172	25.522	9.250	90	4.649
set/76	58.745	0	0	11.527	0	0	set/04	77.140	4.585	29.799	10.338	198	5.425
out/76	52.313	0	0	9.028	0	0	out/04	74.594	7.604	26.605	11.078	201	4.900
nov/76	54.295	0	0	7.683	0	0	nov/04	80.715	6.141	29.275	10.221	158	5.347
dez/76	68.533	0	0	10.818	0	0	dez/04	86.373	5.653	41.876	10.777	183	7.505
jan/77	47.218	0	0	6.439	0	0	jan/05	60.138	1.308	23.051	9.681	82	2.182
fev/77	46.277	0	0	4.520	0	0	fev/05	70.268	1.775	27.018	8.184	29	3.650
mar/77	64.036	0	0	6.529	0	0	mar/05	83.207	1.878	43.627	10.143	50	4.513
abr/77	49.448	0	0	5.002	0	0	abr/05	67.853	2.002	45.792	10.656	61	3.350
mai/77	56.694	0	0	6.915	0	0	mai/05	57.631	2.289	55.481	6.539	46	8.907
jun/77	64.514	0	0	7.597	0	0	jun/05	54.866	1.604	59.097	6.314	60	10.179
jul/77	50.056	0	0	4.593	0	0	jul/05	45.209	2.577	62.463	5.993	75	6.521
ago/77	49.095	0	0	4.918	0	0	ago/05	44.199	2.589	75.637	6.485	114	10.580
set/77	50.179	0	0	5.130	0	0	set/05	34.769	2.845	77.299	6.487	250	10.277
out/77	59.183	0	0	5.692	0	0	out/05	33.107	4.719	73.512	4.574	255	4.763
nov/77	70.250	0	0	6.172	0	0	nov/05	30.605	3.811	90.209	6.212	200	9.573
dez/77	71.874	0	0	5.740	0	0	dez/05	28.050	3.508	95.187	5.861	231	9.234
jan/78	54.709	0	0	4.576	0	0	jan/06	22.392	123	83.099	3.951	95	9.289
fev/78	58.799	0	0	5.341	0	0	fev/06	22.842	131	86.171	3.010	76	9.878
mar/78	72.981	0	0	7.147	0	0	mar/06	29.066	154	101.385	4.451	43	13.138
abr/78	61.142	0	0	5.475	0	0	abr/06	25.859	73	90.845	4.397	0	9.813
mai/78	65.817	0	0	6.697	0	0	mai/06	24.170	649	108.538	5.805	0	11.869
jun/78	76.573	0	0	7.893	0	0	jun/06	21.412	81	103.554	4.065	0	10.997
jul/78	64.893	0	0	6.654	0	0	jul/06	22.762	58	106.268	5.326	0	10.903
ago/78	70.570	0	0	7.254	0	0	ago/06	19.721	6	122.910	5.024	0	11.759
set/78	54.215	0	0	6.674	0	0	set/06	18.236	2	112.407	5.361	0	12.127
out/78	76.023	0	0	8.154	0	0	out/06	18.561	5	120.485	5.173	0	12.394
nov/78	74.285	0	0	6.287	0	0	nov/06	16.994	209	132.102	3.726	0	12.495
dez/78	67.935	0	0	7.201	0	0	dez/06	18.809	160	125.982	5.449	0	11.925
jan/79	71.942	0	0	6.406	0	0	jan/07	12.888	7	107.274	1.905	8	12.909
fev/79	61.343	2	0	5.780	0	0	fev/07	15.665	7	105.875	2.794	7	10.665
mar/79	50.466	1	0	5.725	3	0	mar/07	22.229	8	136.188	4.914	4	17.484
abr/79	68.970	5	0	6.969	0	0	abr/07	19.006	4	129.717	5.559	0	15.144
mai/79	73.250	5	0	7.380	0	0	mai/07	18.158	35	150.793	3.671	0	16.494
jun/79	74.604	1	0	6.782	0	0	jun/07	13.242	4	152.151	4.648	0	16.917
jul/79	58.678	53	0	4.971	17	0	jul/07	12.220	3	160.225	4.356	0	20.082
ago/79	74.975	108	0	8.517	66	0	ago/07	15.998	0	173.410	6.005	0	20.672
set/79	53.741	159	0	6.398	113	0	set/07	18.217	0	159.594	5.348	0	19.084
out/79	83.290	238	0	7.641	276	0	out/07	15.042	0	184.899	6.587	0	22.311
nov/79	80.216	716	0	6.609	225	0	nov/07	13.535	11	176.254	6.844	0	22.727
dez/79	74.987	983	0	6.066	143	0	dez/07	10.353	9	152.496	6.477	0	19.726
jan/80	72.992	736	0	6.816	269	0	jan/08	9.553	5	157.195	5.683	7	21.199
fev/80	71.268	1.780	0	8.340	481	0	fev/08	10.807	5	158.933	5.715	6	19.286
mar/80	69.709	3.225	0	6.529	409	0	mar/08	11.634	6	180.127	6.166	3	22.123
abr/80	24.414	1.282	0	2.619	737	0	abr/08	12.632	3	197.856	7.333	0	23.675
mai/80	55.692	9.460	0	5.143	1.138	0	mai/08	12.808	27	190.385	7.742	0	21.920

Automóveis				Comerciais Leves			Automóveis				Comerciais Leves		
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jun/80	50.085	14.066	0	5.423	950	0	jun/08	12.444	3	205.655	7.262	0	24.681
jul/80	57.817	14.113	0	4.772	1.206	0	jul/08	11.091	2	208.346	8.985	0	26.601
ago/80	55.056	21.628	0	6.667	1.229	0	ago/08	11.255	0	204.115	9.295	0	26.281
set/80	52.055	28.652	0	5.784	1.480	0	set/08	10.312	0	195.312	8.642	0	25.536
out/80	28.573	39.681	0	3.014	2.538	0	out/08	9.516	0	163.151	8.987	0	24.356
nov/80	14.807	45.397	0	2.248	1.768	0	nov/08	5.205	9	103.516	5.622	0	15.167
dez/80	14.208	46.332	0	2.436	2.086	0	dez/08	10.639	7	100.723	7.694	0	13.107
jan/81	17.093	40.418	0	3.086	1.859	0	jan/09	8.000	4	134.703	7.655	5	20.320
fev/81	13.307	22.449	0	1.619	937	0	fev/09	6.673	5	154.020	6.276	4	20.694
mar/81	13.268	15.311	0	1.809	556	0	mar/09	8.051	5	210.714	10.507	2	24.549
abr/81	20.619	16.315	0	2.007	842	0	abr/09	6.668	3	184.598	8.122	0	20.262
mai/81	21.737	8.955	0	1.688	675	0	mai/09	8.518	23	196.245	8.180	0	23.030
jun/81	30.033	4.690	0	3.019	270	0	jun/09	10.601	3	223.211	9.249	0	26.455
jul/81	28.665	3.033	0	2.536	203	0	jul/09	8.686	2	211.290	7.583	0	24.044
ago/81	29.660	4.033	0	1.721	328	0	ago/09	9.207	0	215.287	8.484	0	26.416
set/81	34.407	3.116	0	2.007	332	0	set/09	13.088	0	224.408	11.571	0	23.785
out/81	35.831	3.557	0	2.195	440	0	out/09	11.731	0	226.500	9.740	0	28.600
nov/81	34.453	3.237	0	1.754	724	0	nov/09	10.490	7	200.561	9.950	0	25.667
dez/81	39.856	3.565	0	2.058	397	0	dez/09	11.568	6	179.886	11.132	0	27.054
jan/82	36.207	3.508	0	1.380	306	0	jan/10	6.853	3	161.450	9.488	3	23.745
fev/82	35.345	3.285	0	1.491	407	0	fev/10	8.128	3	169.239	10.790	2	25.358
mar/82	40.355	4.501	0	2.067	1.135	0	mar/10	13.274	4	247.432	14.631	1	34.799
abr/82	32.184	7.343	0	2.325	1.168	0	abr/10	9.691	2	195.126	10.527	0	29.968
mai/82	30.037	8.870	0	1.968	1.555	0	mai/10	8.120	17	211.513	12.424	0	30.981
jun/82	30.073	13.217	0	2.217	2.041	0	jun/10	9.019	2	192.093	13.202	0	30.107
jul/82	27.816	17.373	0	1.433	1.837	0	jul/10	10.049	2	206.826	11.106	0	30.336
ago/82	27.931	19.304	0	2.135	2.012	0	ago/10	13.017	0	228.220	12.208	0	32.740
set/82	24.196	21.271	0	1.945	1.593	0	set/10	12.843	0	216.471	12.825	0	28.873
out/82	21.980	34.914	0	1.391	2.654	0	out/10	10.428	0	223.419	12.267	0	28.695
nov/82	17.684	36.354	0	1.237	2.405	0	nov/10	14.201	6	233.141	15.150	0	33.997
dez/82	20.660	41.821	0	1.342	3.701	0	dez/10	16.494	4	227.614	13.991	0	34.028
jan/83	13.026	39.632	0	805	2.323	0	jan/11	12.402	3	166.328	11.070	4	27.187
fev/83	9.747	38.635	0	1.033	2.981	0	fev/11	13.098	3	189.659	11.690	3	31.001
mar/83	9.079	47.814	0	912	3.267	0	mar/11	14.502	4	210.368	12.944	2	34.386
abr/83	7.830	50.014	0	893	3.002	0	abr/11	15.872	2	195.493	14.167	0	31.954
mai/83	5.861	52.527	0	749	3.059	0	mai/11	18.323	17	213.723	16.354	0	34.934
jun/83	4.511	39.016	0	790	2.411	0	jun/11	17.655	2	204.558	15.757	0	33.436
jul/83	3.820	37.138	0	494	2.729	0	jul/11	16.772	2	205.870	14.970	0	33.651
ago/83	5.228	49.213	0	960	4.182	0	ago/11	18.031	0	219.353	16.094	0	35.855
set/83	3.567	50.239	0	452	3.393	0	set/11	18.778	0	205.939	16.760	0	33.662
out/83	3.496	45.383	0	577	4.049	0	out/11	15.266	0	188.102	13.626	0	30.746
nov/83	1.853	41.013	0	364	4.928	0	nov/11	17.756	5	217.370	15.848	0	35.530
dez/83	2.080	47.777	0	483	4.603	0	dez/11	20.641	4	231.222	18.422	0	37.795
jan/84	1.918	33.274	0	450	4.522	0	jan/12	12.224	0	181.488	12.330	0	29.934
fev/84	2.344	43.782	0	295	4.878	0	fev/12	10.474	0	174.233	10.566	0	28.737
mar/84	2.248	40.386	0	266	4.229	0	mar/12	13.324	0	209.349	13.441	0	34.529
abr/84	2.601	40.866	0	411	4.947	0	abr/12	11.921	0	179.926	12.026	0	29.677
mai/84	2.982	42.759	0	531	5.623	0	mai/12	12.449	0	200.542	12.558	0	33.077
jun/84	2.802	42.870	0	462	6.064	0	jun/12	11.558	0	258.556	11.660	0	42.645
jul/84	2.059	37.065	0	378	4.899	0	jul/12	11.886	0	265.607	11.990	0	43.808
ago/84	1.792	45.803	0	385	5.466	0	ago/12	13.458	0	307.576	13.576	0	50.731
set/84	1.913	42.812	0	338	5.649	0	set/12	10.349	0	206.315	10.440	0	34.029
out/84	2.360	44.983	0	398	6.158	0	out/12	10.299	0	246.267	10.390	0	40.618
nov/84	3.107	49.883	0	392	5.239	0	nov/12	9.099	0	224.374	9.178	0	37.008
dez/84	2.544	39.082	0	505	4.297	0	dez/12	9.318	0	260.828	9.399	0	43.020

Fonte: Elaboração própria baseada em ANFAVEA (2014)

## ANEXO II – Sucateamento mensal de veículos por tipo de combustível

Mês	Automóveis			Comerciais Leves			Mês	Automóveis			Comerciais Leves		
	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex		Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jan/57	0	0	0	2	0	0	jan/85	28.144	1.046	0	4.447	156	0
fev/57	0	0	0	2	0	0	fev/85	24.559	1.016	0	3.361	151	0
mar/57	0	0	0	2	0	0	mar/85	26.978	1.163	0	5.119	182	0
abr/57	0	0	0	2	0	0	abr/85	8.738	386	0	2.185	70	0
mai/57	0	0	0	2	0	0	mai/85	16.260	629	0	1.655	73	0
jun/57	0	0	0	2	0	0	jun/85	20.936	862	0	3.542	129	0
jul/57	0	0	0	2	0	0	jul/85	28.746	1.191	0	7.549	226	0
ago/57	0	0	0	2	0	0	ago/85	32.269	1.246	0	6.787	219	0
set/57	0	0	0	2	0	0	set/85	29.185	1.269	0	5.326	226	0
out/57	0	0	0	2	0	0	out/85	30.915	1.522	0	6.903	250	0
nov/57	0	0	0	1	0	0	nov/85	30.100	1.389	0	7.019	210	0
dez/57	0	0	0	2	0	0	dez/85	22.691	976	0	7.653	170	0
jan/58	1	0	0	9	0	0	jan/86	9.296	1.407	0	1.709	206	0
fev/58	1	0	0	8	0	0	fev/86	14.629	1.824	0	4.273	303	0
mar/58	1	0	0	8	0	0	mar/86	13.701	1.928	0	3.725	327	0
abr/58	1	0	0	6	0	0	abr/86	19.550	1.928	0	4.793	329	0
mai/58	1	0	0	8	0	0	mai/86	40.053	2.009	0	5.171	285	0
jun/58	1	0	0	8	0	0	jun/86	46.746	1.717	0	5.541	251	0
jul/58	1	0	0	8	0	0	jul/86	34.950	1.666	0	6.360	224	0
ago/58	1	0	0	8	0	0	ago/86	24.198	1.462	0	6.311	202	0
set/58	1	0	0	8	0	0	set/86	31.207	2.019	0	7.614	347	0
out/58	1	0	0	7	0	0	out/86	30.211	1.773	0	6.795	313	0
nov/58	1	0	0	5	0	0	nov/86	16.929	901	0	4.622	176	0
dez/58	1	0	0	8	0	0	dez/86	40.690	1.337	0	5.919	249	0
jan/59	4	0	0	25	0	0	jan/87	27.427	2.330	0	4.078	247	0
fev/59	4	0	0	22	0	0	fev/87	32.830	2.549	0	5.174	381	0
mar/59	5	0	0	19	0	0	mar/87	22.570	1.907	0	3.280	340	0
abr/59	4	0	0	16	0	0	abr/87	35.693	2.859	0	6.395	488	0
mai/59	4	0	0	19	0	0	mai/87	28.017	2.563	0	8.923	502	0
jun/59	5	0	0	20	0	0	jun/87	17.625	1.926	0	3.929	437	0
jul/59	4	0	0	19	0	0	jul/87	26.600	2.321	0	5.933	473	0
ago/59	4	0	0	18	0	0	ago/87	30.379	2.154	0	4.587	422	0
set/59	4	0	0	17	0	0	set/87	16.016	2.004	0	4.391	316	0
out/59	4	0	0	15	0	0	out/87	36.107	2.924	0	6.238	369	0
nov/59	4	0	0	12	0	0	nov/87	26.379	2.753	0	5.479	333	0
dez/59	4	0	0	20	0	0	dez/87	41.111	2.989	0	5.033	359	0
jan/60	24	0	0	50	0	0	jan/88	11.153	2.977	0	2.630	458	0
fev/60	18	0	0	45	0	0	fev/88	15.598	3.064	0	2.806	462	0
mar/60	17	0	0	37	0	0	mar/88	19.259	3.668	0	3.526	508	0
abr/60	11	0	0	31	0	0	abr/88	15.050	2.995	0	3.028	397	0
mai/60	12	0	0	37	0	0	mai/88	16.781	3.407	0	3.516	543	0
jun/60	15	0	0	39	0	0	jun/88	19.922	3.707	0	4.075	596	0
jul/60	11	0	0	38	0	0	jul/88	24.772	4.077	0	4.403	618	0
ago/60	12	0	0	35	0	0	ago/88	29.496	3.999	0	6.025	634	0
set/60	11	0	0	34	0	0	set/88	31.946	3.294	0	5.788	590	0
out/60	13	0	0	31	0	0	out/88	50.953	3.566	0	8.201	608	0
nov/60	11	0	0	25	0	0	nov/88	57.496	3.293	0	8.902	536	0
dez/60	11	0	0	39	0	0	dez/88	62.352	3.664	0	10.463	610	0
jan/61	42	0	0	95	0	0	jan/89	18.168	6.228	0	3.116	897	0
fev/61	33	0	0	79	0	0	fev/89	16.405	5.476	0	3.079	983	0
mar/61	36	0	0	72	0	0	mar/89	17.064	5.366	0	2.876	992	0
abr/61	28	0	0	56	0	0	abr/89	14.739	4.350	0	1.869	573	0
mai/61	30	0	0	67	0	0	mai/89	20.619	4.377	0	2.492	570	0
jun/61	35	0	0	71	0	0	jun/89	32.006	6.149	0	4.508	877	0
jul/61	28	0	0	67	0	0	jul/89	36.016	4.754	0	5.372	692	0
ago/61	29	0	0	64	0	0	ago/89	46.805	5.281	0	8.020	814	0
set/61	29	0	0	61	0	0	set/89	39.736	4.269	0	7.855	755	0
out/61	30	0	0	57	0	0	out/89	37.724	3.727	0	8.061	604	0
nov/61	27	0	0	48	0	0	nov/89	31.448	2.779	0	6.077	409	0
dez/61	27	0	0	69	0	0	dez/89	53.324	3.727	0	9.358	552	0
jan/62	88	0	0	160	0	0	jan/90	26.932	19.226	0	4.647	2.753	0
fev/62	69	0	0	142	0	0	fev/90	22.416	13.660	0	3.723	1.571	0
mar/62	77	0	0	116	0	0	mar/90	15.642	4.930	0	2.439	863	0
abr/62	58	0	0	93	0	0	abr/90	14.970	5.135	0	2.242	835	0
mai/62	60	0	0	118	0	0	mai/90	32.195	3.836	0	5.102	704	0
jun/62	69	0	0	123	0	0	jun/90	19.877	2.292	0	4.337	250	0
jul/62	56	0	0	119	0	0	jul/90	24.244	2.218	0	4.186	218	0
ago/62	56	0	0	111	0	0	ago/90	49.686	2.618	0	7.791	762	0

Automóveis							Comerciais Leves						
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
set/62	56	0	0	106	0	0	set/90	42.024	3.621	0	7.257	576	0
out/62	58	0	0	96	0	0	out/90	45.584	3.817	0	7.513	794	0
nov/62	52	0	0	77	0	0	nov/90	40.010	6.117	0	6.491	730	0
dez/62	54	0	0	121	0	0	dez/90	35.229	5.738	0	5.779	950	0
jan/63	131	0	0	247	0	0	jan/91	27.979	5.048	0	4.321	684	0
fev/63	109	0	0	220	0	0	fev/91	25.121	4.015	0	4.383	658	0
mar/63	135	0	0	184	0	0	mar/91	31.827	4.499	0	5.991	728	0
abr/63	112	0	0	149	0	0	abr/91	18.485	2.817	0	3.208	518	0
mai/63	117	0	0	186	0	0	mai/91	27.999	5.920	0	4.671	787	0
jun/63	130	0	0	193	0	0	jun/91	31.722	7.864	0	6.099	1.195	0
jul/63	105	0	0	183	0	0	jul/91	40.343	10.153	0	6.252	1.624	0
ago/63	104	0	0	174	0	0	ago/91	36.859	10.268	0	5.857	1.558	0
set/63	105	0	0	165	0	0	set/91	34.617	9.674	0	5.388	1.234	0
out/63	104	0	0	150	0	0	out/91	36.729	11.356	0	5.371	1.826	0
nov/63	97	0	0	128	0	0	nov/91	31.886	10.532	0	4.340	1.390	0
dez/63	107	0	0	188	0	0	dez/91	25.510	9.870	0	3.995	1.450	0
jan/64	198	0	0	282	0	0	jan/92	21.268	7.254	0	3.289	833	0
fev/64	170	0	0	246	0	0	fev/92	22.697	8.423	0	4.071	1.193	0
mar/64	224	0	0	293	0	0	mar/92	13.647	4.206	0	2.022	461	0
abr/64	190	0	0	241	0	0	abr/92	33.104	11.517	0	5.421	1.555	0
mai/64	202	0	0	300	0	0	mai/92	29.676	8.549	0	5.137	1.122	0
jun/64	219	0	0	310	0	0	jun/92	31.892	10.136	0	5.133	1.455	0
jul/64	184	0	0	293	0	0	jul/92	34.648	10.565	0	5.756	1.629	0
ago/64	183	0	0	270	0	0	ago/92	34.943	10.648	0	4.931	1.425	0
set/64	184	0	0	259	0	0	set/92	33.252	10.496	0	4.977	1.568	0
out/64	179	0	0	239	0	0	out/92	38.272	11.048	0	6.057	1.936	0
nov/64	169	0	0	204	0	0	nov/92	36.834	9.644	0	5.857	1.688	0
dez/64	175	0	0	300	0	0	dez/92	35.574	9.330	0	5.321	1.527	0
jan/65	410	0	0	369	0	0	jan/93	18.266	6.650	0	3.588	1.437	0
fev/65	312	0	0	314	0	0	fev/93	20.439	8.182	0	3.561	1.285	0
mar/65	373	0	0	422	0	0	mar/93	27.062	10.668	0	5.607	1.831	0
abr/65	279	0	0	347	0	0	abr/93	25.918	9.980	0	3.858	1.012	0
mai/65	295	0	0	430	0	0	mai/93	29.145	11.735	0	4.700	1.369	0
jun/65	319	0	0	448	0	0	jun/93	31.072	11.398	0	4.754	1.597	0
jul/65	271	0	0	423	0	0	jul/93	32.692	12.060	0	4.709	1.784	0
ago/65	278	0	0	394	0	0	ago/93	36.411	12.822	0	5.984	2.211	0
set/65	278	0	0	376	0	0	set/93	34.052	12.580	0	4.784	1.650	0
out/65	282	0	0	348	0	0	out/93	35.890	13.115	0	5.051	1.868	0
nov/65	262	0	0	300	0	0	nov/93	34.873	12.416	0	4.392	1.695	0
dez/65	262	0	0	430	0	0	dez/93	34.864	10.264	0	5.044	1.372	0
jan/66	498	0	0	500	0	0	jan/94	20.227	20.237	0	3.072	2.155	0
fev/66	417	0	0	422	0	0	fev/94	21.763	16.412	0	3.573	2.067	0
mar/66	524	0	0	576	0	0	mar/94	29.182	21.915	0	4.543	3.105	0
abr/66	435	0	0	473	0	0	abr/94	23.272	16.841	0	3.530	2.249	0
mai/66	473	0	0	589	0	0	mai/94	28.802	17.548	0	4.301	2.028	0
jun/66	495	0	0	625	0	0	jun/94	28.412	11.905	0	4.228	1.941	0
jul/66	444	0	0	581	0	0	jul/94	28.585	9.764	0	4.840	1.568	0
ago/66	451	0	0	539	0	0	ago/94	35.480	10.567	0	5.821	1.812	0
set/66	456	0	0	514	0	0	set/94	29.808	9.232	0	4.492	1.287	0
out/66	433	0	0	481	0	0	out/94	31.465	7.023	0	5.269	1.231	0
nov/66	423	0	0	403	0	0	nov/94	39.386	6.063	0	5.323	1.289	0
dez/66	424	0	0	589	0	0	dez/94	38.678	3.477	0	5.243	865	0
jan/67	388	0	0	405	0	0	jan/95	22.123	12.153	0	3.093	2.203	0
fev/67	516	0	0	526	0	0	fev/95	28.659	17.649	0	4.192	3.152	0
mar/67	730	0	0	788	0	0	mar/95	34.672	17.351	0	4.841	3.125	0
abr/67	599	0	0	602	0	0	abr/95	28.834	12.292	0	3.984	2.597	0
mai/67	702	0	0	751	0	0	mai/95	32.710	16.036	0	4.809	2.802	0
jun/67	744	0	0	695	0	0	jun/95	32.565	8.028	0	5.595	1.564	0
jul/67	730	0	0	774	0	0	jul/95	22.386	11.860	0	4.444	2.453	0
ago/67	745	0	0	724	0	0	ago/95	31.326	23.340	0	4.368	2.106	0
set/67	640	0	0	689	0	0	set/95	28.599	15.682	0	4.177	1.368	0
out/67	758	0	0	750	0	0	out/95	31.871	11.393	0	4.613	1.425	0
nov/67	662	0	0	691	0	0	nov/95	31.353	13.293	0	4.538	585	0
dez/67	696	0	0	861	0	0	dez/95	25.519	9.441	0	4.190	419	0
jan/68	439	0	0	593	0	0	jan/96	21.096	24.415	0	2.892	1.113	0
fev/68	762	0	0	740	0	0	fev/96	24.080	33.386	0	4.122	2.988	0
mar/68	881	0	0	896	0	0	mar/96	27.946	40.701	0	4.743	3.222	0
abr/68	888	0	0	882	0	0	abr/96	26.688	17.390	0	4.706	1.875	0
mai/68	943	0	0	900	0	0	mai/96	30.410	14.022	0	4.597	2.324	0
jun/68	819	0	0	937	0	0	jun/96	25.587	9.725	0	4.020	2.363	0
jul/68	1.003	0	0	994	0	0	jul/96	31.361	10.190	0	4.905	1.347	0

Automóveis				Comerciais Leves			Automóveis				Comerciais Leves		
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
ago/68	969	0	0	992	0	0	ago/96	33.781	7.693	0	4.910	2.090	0
set/68	962	0	0	872	0	0	set/96	32.924	13.006	0	4.497	1.504	0
out/68	1.162	0	0	917	0	0	out/96	32.859	8.187	0	4.848	820	0
nov/68	1.111	0	0	853	0	0	nov/96	33.116	4.297	0	4.156	3.086	0
dez/68	1.084	0	0	927	0	0	dez/96	28.544	842	0	3.608	2.929	0
jan/69	916	0	0	819	0	0	jan/97	24.847	425	0	3.560	4.982	0
fev/69	1.147	0	0	1.030	0	0	fev/97	26.567	2.551	0	3.876	6.228	0
mar/69	1.364	0	0	1.081	0	0	mar/97	30.719	4.464	0	4.523	4.982	0
abr/69	1.420	0	0	1.191	0	0	abr/97	33.603	2.551	0	4.582	1.661	0
mai/69	1.353	0	0	1.162	0	0	mai/97	31.988	23.385	0	4.643	1.661	0
jun/69	1.238	0	0	1.092	0	0	jun/97	32.181	10.630	0	4.935	554	0
jul/69	1.215	0	0	1.194	0	0	jul/97	31.076	25.724	0	4.225	4.014	0
ago/69	1.227	0	0	1.146	0	0	ago/97	31.889	46.770	0	5.204	969	0
set/69	1.079	0	0	1.017	0	0	set/97	33.836	24.236	0	5.036	692	0
out/69	1.138	0	0	1.054	0	0	out/97	33.298	16.582	0	5.683	415	0
nov/69	1.078	0	0	973	0	0	nov/97	23.074	18.070	0	3.387	692	0
dez/69	1.810	0	0	1.198	0	0	dez/97	17.539	21.047	0	2.238	277	0
jan/70	1.351	0	0	1.029	0	0	jan/98	26.789	1.050	0	3.814	232	0
fev/70	1.361	0	0	1.218	0	0	fev/98	25.621	6.927	0	3.730	0	0
mar/70	1.602	0	0	1.235	0	0	mar/98	35.152	6.507	0	5.895	1.506	0
abr/70	1.790	0	0	1.330	0	0	abr/98	33.337	1.050	0	5.171	463	0
mai/70	1.527	0	0	1.249	0	0	mai/98	35.918	210	0	5.614	348	0
jun/70	1.606	0	0	1.236	0	0	jun/98	33.355	1.050	0	5.191	0	0
jul/70	1.667	0	0	1.376	0	0	jul/98	25.007	3.988	0	4.715	3.012	0
ago/70	1.527	0	0	1.329	0	0	ago/98	39.950	24.348	0	5.133	5.908	0
set/70	1.711	0	0	1.389	0	0	set/98	30.535	29.386	0	3.759	3.707	0
out/70	1.957	0	0	1.527	0	0	out/98	24.056	32.115	0	3.194	3.591	0
nov/70	2.025	0	0	1.429	0	0	nov/98	23.259	43.869	0	3.107	5.908	0
dez/70	1.710	0	0	1.243	0	0	dez/98	24.474	55.414	0	3.240	3.475	0
jan/71	1.241	0	0	1.016	0	0	jan/99	26.806	5.707	0	4.482	1.022	0
fev/71	1.823	0	0	1.021	0	0	fev/99	12.427	1.680	0	1.558	655	0
mar/71	2.186	0	0	1.444	0	0	mar/99	43.243	5.061	0	6.713	3.223	0
abr/71	2.198	0	0	1.523	0	0	abr/99	37.162	8.140	0	6.475	3.537	0
mai/71	2.356	0	0	1.620	0	0	mai/99	34.533	6.137	0	4.902	2.934	0
jun/71	2.293	0	0	1.770	0	0	jun/99	31.684	5.211	0	4.631	2.489	0
jul/71	2.090	0	0	1.619	0	0	jul/99	33.849	13.545	0	4.831	2.594	0
ago/71	2.029	0	0	1.582	0	0	ago/99	36.117	27.284	0	5.091	2.672	0
set/71	2.176	0	0	1.581	0	0	set/99	37.816	25.475	0	5.327	3.851	0
out/71	2.465	0	0	1.765	0	0	out/99	26.969	48.839	0	3.569	1.336	0
nov/71	2.461	0	0	1.739	0	0	nov/99	25.374	23.365	0	3.325	1.939	0
dez/71	2.454	0	0	1.683	0	0	dez/99	24.454	41.690	0	3.239	2.463	0
jan/72	2.227	0	0	1.371	0	0	jan/00	24.320	20.232	0	2.629	2.367	0
fev/72	2.631	0	0	1.461	0	0	fev/00	30.409	22.605	0	4.056	2.452	0
mar/72	3.011	0	0	1.786	0	0	mar/00	31.843	16.517	0	4.253	1.437	0
abr/72	2.651	0	0	1.632	0	0	abr/00	30.882	9.601	0	4.937	1.184	0
mai/72	2.803	0	0	1.874	0	0	mai/00	33.694	9.400	0	5.654	1.649	0
jun/72	2.727	0	0	1.802	0	0	jun/00	31.844	20.971	0	5.477	1.395	0
jul/72	2.934	0	0	1.716	0	0	jul/00	32.843	18.509	0	4.882	507	0
ago/72	3.409	0	0	1.995	0	0	ago/00	36.706	25.648	0	5.664	2.790	0
set/72	1.974	0	0	1.789	0	0	set/00	34.168	16.584	0	5.127	4.861	0
out/72	2.634	0	0	2.029	0	0	out/00	34.856	5.909	0	5.007	3.128	0
nov/72	2.625	0	0	2.016	0	0	nov/00	34.953	12.690	0	4.306	3.382	0
dez/72	3.290	0	0	1.792	0	0	dez/00	33.969	36.413	0	4.798	3.678	0
jan/73	2.744	0	0	1.734	0	0	jan/01	30.379	18.208	0	4.466	808	0
fev/73	3.462	0	0	2.005	0	0	fev/01	34.162	11.938	0	5.208	663	0
mar/73	3.211	0	0	2.062	0	0	mar/01	42.524	15.152	0	7.266	1.293	0
abr/73	3.145	0	0	2.021	0	0	abr/01	40.054	13.473	0	6.526	1.710	0
mai/73	3.631	0	0	2.228	0	0	mai/01	42.366	13.258	0	6.501	995	0
jun/73	3.164	0	0	2.019	0	0	jun/01	36.600	13.000	0	4.935	1.157	0
jul/73	3.462	0	0	2.110	0	0	jul/01	32.776	11.220	0	4.211	553	0
ago/73	3.819	0	0	2.032	0	0	ago/01	34.909	11.708	0	4.548	1.157	0
set/73	3.325	0	0	1.908	0	0	set/01	25.602	17.907	0	3.676	1.242	0
out/73	4.256	0	0	2.085	0	0	out/01	29.234	22.225	0	3.952	1.387	0
nov/73	3.927	0	0	2.092	0	0	nov/01	35.411	24.363	0	4.347	6.907	0
dez/73	3.464	0	0	1.965	0	0	dez/01	33.139	42.471	0	4.685	10.675	0
jan/74	3.772	0	0	1.756	0	0	jan/02	32.061	8.974	0	5.272	1.573	0
fev/74	3.742	0	0	1.889	0	0	fev/02	32.471	12.174	0	5.461	549	0
mar/74	4.849	0	0	2.386	0	0	mar/02	39.618	12.881	0	7.039	965	0
abr/74	4.494	0	0	2.037	0	0	abr/02	41.187	13.732	0	5.979	1.163	0
mai/74	4.473	0	0	2.180	0	0	mai/02	35.160	15.701	0	5.314	887	0
jun/74	3.820	0	0	1.681	0	0	jun/02	33.590	11.002	0	5.888	1.160	0

Automóveis				Comerciais Leves			Automóveis				Comerciais Leves		
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jul/74	4.778	0	0	2.351	0	0	jul/02	33.809	17.679	0	5.011	1.449	0
ago/74	4.663	0	0	2.756	0	0	ago/02	39.325	17.760	0	5.427	2.193	0
set/74	4.259	0	0	2.763	0	0	set/02	39.403	19.519	0	4.659	4.802	0
out/74	4.655	0	0	2.887	0	0	out/02	45.429	32.369	0	5.486	4.896	0
nov/74	3.787	0	0	2.756	0	0	nov/02	37.574	26.143	0	4.631	3.844	0
dez/74	4.785	0	0	1.907	0	0	dez/02	39.950	24.066	0	4.426	4.445	0
jan/75	5.040	0	0	1.925	0	0	jan/03	37.941	8.745	0	3.627	1.518	0
fev/75	4.792	0	0	2.048	0	0	fev/03	45.630	11.863	0	5.673	530	0
mar/75	5.860	0	0	2.627	0	0	mar/03	39.150	12.552	0	4.520	932	0
abr/75	4.878	0	0	2.379	0	0	abr/03	38.429	13.381	0	6.449	1.123	0
mai/75	4.973	0	0	2.645	0	0	mai/03	37.553	15.300	2	7.041	856	1
jun/75	5.790	0	0	2.709	0	0	jun/03	34.251	10.720	5	5.671	1.120	1
jul/75	5.097	0	0	2.821	0	0	jul/03	37.633	17.228	5	6.060	1.399	1
ago/75	4.804	0	0	2.574	0	0	ago/03	36.609	17.306	7	5.855	2.118	2
set/75	6.104	0	0	2.444	0	0	set/03	42.405	19.020	8	6.487	4.637	2
out/75	5.917	0	0	3.081	0	0	out/03	46.525	31.542	17	6.410	4.728	4
nov/75	5.194	0	0	2.716	0	0	nov/03	46.147	25.475	23	6.411	3.711	5
dez/75	6.074	0	0	2.564	0	0	dez/03	44.616	23.451	27	5.282	4.292	6
jan/76	5.869	0	0	2.482	0	0	jan/04	46.230	8.433	28	5.160	1.451	5
fev/76	6.712	0	0	2.677	0	0	fev/04	48.065	11.440	31	6.041	507	5
mar/76	7.328	0	0	2.847	0	0	mar/04	53.378	12.104	42	5.610	891	8
abr/76	6.478	0	0	2.621	0	0	abr/04	40.927	12.904	52	5.584	1.073	10
mai/76	6.734	0	0	2.894	0	0	mai/04	40.776	14.754	54	6.111	819	10
jun/76	7.011	0	0	2.979	0	0	jun/04	41.306	10.338	67	5.268	1.070	12
jul/76	6.401	0	0	2.757	0	0	jul/04	41.531	16.613	75	6.090	1.337	13
ago/76	6.084	0	0	2.931	0	0	ago/04	41.696	16.689	71	6.246	2.024	13
set/76	6.700	0	0	3.435	0	0	set/04	42.104	18.342	83	6.980	4.432	16
out/76	5.967	0	0	2.690	0	0	out/04	40.714	30.417	74	7.480	4.519	14
nov/76	6.193	0	0	2.289	0	0	nov/04	44.055	24.566	81	6.901	3.547	15
dez/76	7.817	0	0	3.224	0	0	dez/04	47.143	22.615	116	7.277	4.102	22
jan/77	6.711	0	0	3.455	0	0	jan/05	56.253	8.054	86	8.897	1.375	10
fev/77	6.577	0	0	2.425	0	0	fev/05	65.728	10.926	101	7.522	480	17
mar/77	9.101	0	0	3.503	0	0	mar/05	77.832	11.561	162	9.321	844	21
abr/77	7.028	0	0	2.684	0	0	abr/05	63.470	12.324	170	9.793	1.017	15
mai/77	8.058	0	0	3.710	0	0	mai/05	53.908	14.091	206	6.009	776	41
jun/77	9.169	0	0	4.076	0	0	jun/05	51.322	9.874	220	5.803	1.014	47
jul/77	7.114	0	0	2.464	0	0	jul/05	42.288	15.867	232	5.508	1.267	30
ago/77	6.978	0	0	2.639	0	0	ago/05	41.343	15.939	281	5.960	1.918	48
set/77	7.132	0	0	2.752	0	0	set/05	32.523	17.518	288	5.962	4.199	47
out/77	8.412	0	0	3.054	0	0	out/05	30.968	29.050	273	4.204	4.281	22
nov/77	9.984	0	0	3.312	0	0	nov/05	28.628	23.463	336	5.709	3.361	44
dez/77	10.215	0	0	3.080	0	0	dez/05	26.238	21.599	354	5.386	3.886	42
jan/78	7.990	0	0	2.343	0	0	jan/06	52.625	13.426	438	6.041	10.194	60
fev/78	8.587	0	0	2.735	0	0	fev/06	53.682	14.309	454	4.601	8.155	64
mar/78	10.658	0	0	3.660	0	0	mar/06	68.309	16.783	535	6.806	4.587	85
abr/78	8.929	0	0	2.804	0	0	abr/06	60.771	7.950	479	6.723	0	63
mai/78	9.612	0	0	3.430	0	0	mai/06	56.803	70.840	572	8.875	0	76
jun/78	11.183	0	0	4.042	0	0	jun/06	50.320	8.833	546	6.215	0	71
jul/78	9.477	0	0	3.408	0	0	jul/06	53.494	6.360	560	8.144	0	70
ago/78	10.306	0	0	3.715	0	0	ago/06	46.348	707	648	7.682	0	76
set/78	7.917	0	0	3.418	0	0	set/06	42.857	177	593	8.196	0	78
out/78	11.102	0	0	4.176	0	0	out/06	43.622	530	635	7.909	0	80
nov/78	10.848	0	0	3.220	0	0	nov/06	39.939	22.789	696	5.696	0	80
dez/78	9.921	0	0	3.688	0	0	dez/06	44.203	17.489	664	8.331	0	77
jan/79	12.119	0	0	3.571	0	0	jan/07	45.172	12.626	854	2.901	9.509	110
fev/79	10.334	0	0	3.222	0	0	fev/07	54.906	13.457	843	4.255	7.607	91
mar/79	8.501	0	0	3.192	0	0	mar/07	77.911	15.783	1.084	7.484	4.279	149
abr/79	11.618	0	0	3.885	0	0	abr/07	66.617	7.476	1.032	8.466	0	129
mai/79	12.339	0	0	4.114	0	0	mai/07	63.643	66.619	1.200	5.591	0	140
jun/79	12.568	0	0	3.781	0	0	jun/07	46.411	8.307	1.211	7.080	0	144
jul/79	9.885	0	0	2.771	0	0	jul/07	42.832	5.981	1.275	6.634	0	171
ago/79	12.630	0	0	4.748	0	0	ago/07	56.072	665	1.380	9.145	0	176
set/79	9.053	0	0	3.567	1	0	set/07	63.848	166	1.270	8.146	0	162
out/79	14.031	1	0	4.260	2	0	out/07	52.721	498	1.472	10.032	0	190
nov/79	13.513	2	0	3.684	1	0	nov/07	47.441	21.431	1.403	10.424	0	193
dez/79	12.632	2	0	3.382	1	0	dez/07	36.287	16.447	1.214	9.864	0	168
jan/80	21.114	2	0	5.437	2	0	jan/08	51.614	11.801	2.005	6.014	8.814	269
fev/80	20.615	4	0	6.653	3	0	fev/08	58.393	12.577	2.027	6.048	7.051	245
mar/80	20.164	8	0	5.208	3	0	mar/08	62.859	14.751	2.297	6.526	3.966	281
abr/80	7.062	3	0	2.089	5	0	abr/08	68.253	6.987	2.523	7.761	0	300
mai/80	16.110	23	0	4.102	8	0	mai/08	69.201	62.265	2.428	8.194	0	278

Automóveis				Comerciais Leves			Automóveis				Comerciais Leves		
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jun/80	14.488	34	0	4.326	6	0	jun/08	67.236	7.764	2.623	7.686	0	313
jul/80	16.725	34	0	3.806	8	0	jul/08	59.926	5.590	2.657	9.509	0	337
ago/80	15.926	52	0	5.318	8	0	ago/08	60.810	621	2.603	9.838	0	333
set/80	15.058	69	0	4.614	10	0	set/08	55.717	155	2.491	9.147	0	324
out/80	8.265	96	0	2.404	17	0	out/08	51.414	466	2.081	9.512	0	309
nov/80	4.283	110	0	1.793	12	0	nov/08	28.122	20.031	1.320	5.950	0	192
dez/80	4.110	112	0	1.943	14	0	dez/08	57.481	15.372	1.285	8.143	0	166
jan/81	10.205	298	0	6.182	35	0	jan/09	51.046	10.971	2.588	6.916	8.123	397
fev/81	7.945	166	0	3.243	18	0	fev/09	42.578	11.693	2.959	5.670	6.498	405
mar/81	7.921	113	0	3.624	11	0	mar/09	51.367	13.714	4.049	9.493	3.655	480
abr/81	12.310	120	0	4.021	16	0	abr/09	42.547	6.496	3.547	7.339	0	396
mai/81	12.978	66	0	3.382	13	0	mai/09	54.350	57.888	3.771	7.391	0	450
jun/81	17.931	35	0	6.048	5	0	jun/09	67.641	7.218	4.289	8.356	0	517
jul/81	17.114	22	0	5.080	4	0	jul/09	55.419	5.197	4.060	6.852	0	470
ago/81	17.708	30	0	3.448	6	0	ago/09	58.748	577	4.136	7.666	0	516
set/81	20.542	23	0	4.021	6	0	set/09	83.508	144	4.312	10.454	0	465
out/81	21.392	26	0	4.397	8	0	out/09	74.849	433	4.352	8.800	0	559
nov/81	20.570	24	0	3.514	14	0	nov/09	66.931	18.622	3.854	8.990	0	502
dez/81	23.795	26	0	4.123	8	0	dez/09	73.811	14.292	3.456	10.058	0	529
jan/82	22.969	33	0	3.580	5	0	jan/10	38.783	10.153	4.700	6.449	7.447	602
fev/82	22.422	31	0	3.868	6	0	fev/10	46.003	10.821	4.927	7.334	5.958	643
mar/82	25.600	43	0	5.362	18	0	mar/10	75.125	12.691	7.203	9.944	3.351	883
abr/82	20.417	70	0	6.032	19	0	abr/10	54.849	6.012	5.680	7.155	0	760
mai/82	19.055	84	0	5.106	25	0	mai/10	45.957	53.571	6.158	8.444	0	786
jun/82	19.078	125	0	5.752	33	0	jun/10	51.043	6.680	5.592	8.973	0	764
jul/82	17.646	165	0	3.718	29	0	jul/10	56.876	4.809	6.021	7.548	0	770
ago/82	17.719	183	0	5.539	32	0	ago/10	73.674	534	6.644	8.298	0	830
set/82	15.349	202	0	5.046	25	0	set/10	72.688	134	6.302	8.717	0	732
out/82	13.944	331	0	3.609	42	0	out/10	59.018	401	6.504	8.338	0	728
nov/82	11.218	345	0	3.209	38	0	nov/10	80.372	17.234	6.787	10.298	0	862
dez/82	13.106	397	0	3.482	59	0	dez/10	93.351	13.226	6.626	9.510	0	863
jan/83	45.806	322	0	5.408	39	0	jan/11	47.648	9.358	7.560	6.442	6.795	961
fev/83	34.276	314	0	6.940	50	0	fev/11	50.319	9.973	8.620	6.803	5.436	1.096
mar/83	31.927	389	0	6.127	55	0	mar/11	55.715	11.697	9.562	7.532	3.058	1.216
abr/83	27.534	407	0	5.999	50	0	abr/11	60.979	5.541	8.885	8.244	0	1.130
mai/83	20.610	427	0	5.032	51	0	mai/11	70.394	49.374	9.714	9.517	0	1.235
jun/83	15.863	317	0	5.307	41	0	jun/11	67.826	6.156	9.297	9.170	0	1.182
jul/83	13.433	302	0	3.319	46	0	jul/11	64.436	4.433	9.357	8.711	0	1.190
ago/83	18.384	400	0	6.450	70	0	ago/11	69.273	493	9.970	9.365	0	1.268
set/83	12.543	409	0	3.037	57	0	set/11	72.142	123	9.360	9.753	0	1.190
out/83	12.294	369	0	3.876	68	0	out/11	58.650	369	8.549	7.929	0	1.087
nov/83	6.516	334	0	2.445	83	0	nov/11	68.216	15.883	9.880	9.222	0	1.256
dez/83	7.314	389	0	3.245	77	0	dez/11	79.297	12.189	10.509	10.720	0	1.336
jan/84	18.326	503	0	5.578	93	0	jan/12	69.330	0	10.836	9.426	0	1.390
fev/84	22.397	661	0	3.657	100	0	fev/12	59.408	0	10.403	8.077	0	1.334
mar/84	21.480	610	0	3.297	87	0	mar/12	75.573	0	12.500	10.275	0	1.603
abr/84	24.853	617	0	5.095	101	0	abr/12	67.617	0	10.743	9.193	0	1.378
mai/84	28.493	646	0	6.582	115	0	mai/12	70.610	0	11.974	9.600	0	1.536
jun/84	26.773	648	0	5.727	124	0	jun/12	65.558	0	15.438	8.914	0	1.980
jul/84	19.674	560	0	4.686	100	0	jul/12	67.416	0	15.859	9.166	0	2.034
ago/84	17.123	692	0	4.772	112	0	ago/12	76.333	0	18.365	10.379	0	2.356
set/84	18.279	647	0	4.190	116	0	set/12	58.700	0	12.319	7.981	0	1.580
out/84	22.550	679	0	4.934	126	0	out/12	58.417	0	14.704	7.943	0	1.886
nov/84	29.687	753	0	4.859	107	0	nov/12	51.607	0	13.397	7.017	0	1.718
dez/84	24.308	590	0	6.260	88	0	dez/12	52.849	0	15.574	7.186	0	1.998

Fonte: Elaboração própria baseada em ANFAVEA (2014) e MATTOS & CORREIA (1996)

### ANEXO III – Estoque mensal de veículos por tipo de combustível

Automóveis							Comerciais Leves						
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jan/57	91	0	0	769	0	0	jan/85	6.700.684	1.642.111	0	1.050.285	148.818	0
fev/57	185	0	0	1.405	0	0	fev/85	6.678.085	1.687.379	0	1.047.184	153.586	0
mar/57	283	0	0	2.254	0	0	mar/85	6.653.258	1.739.180	0	1.042.461	159.337	0
abr/57	418	0	0	2.944	0	0	abr/85	6.645.217	1.756.390	0	1.040.445	161.561	0
mai/57	514	0	0	3.846	0	0	mai/85	6.630.254	1.784.400	0	1.038.918	163.885	0
jun/57	656	0	0	4.825	0	0	jun/85	6.610.989	1.822.801	0	1.035.650	167.982	0
jul/57	761	0	0	5.812	0	0	jul/85	6.584.536	1.875.841	0	1.028.685	175.145	0
ago/57	826	0	0	6.715	0	0	ago/85	6.554.841	1.931.344	0	1.022.423	182.068	0
set/57	907	0	0	7.573	0	0	set/85	6.527.984	1.987.864	0	1.017.509	189.226	0
out/57	983	0	0	8.353	0	0	out/85	6.499.535	2.055.661	0	1.011.140	197.143	0
nov/57	1.049	0	0	8.825	0	0	nov/85	6.471.836	2.117.527	0	1.004.664	203.786	0
dez/57	1.169	0	0	9.815	0	0	dez/85	6.450.955	2.161.017	0	997.603	209.186	0
jan/58	1.419	0	0	12.482	0	0	jan/86	6.443.191	2.203.239	0	996.133	213.966	0
fev/58	1.735	0	0	14.867	0	0	fev/86	6.430.973	2.257.980	0	992.460	220.996	0
mar/58	2.056	0	0	17.069	0	0	mar/86	6.419.530	2.315.834	0	989.258	228.591	0
abr/58	2.456	0	0	18.885	0	0	abr/86	6.403.201	2.373.697	0	985.137	236.217	0
mai/58	2.744	0	0	21.200	0	0	mai/86	6.369.749	2.433.979	0	980.692	242.837	0
jun/58	3.164	0	0	23.550	0	0	jun/86	6.330.707	2.485.521	0	975.929	248.666	0
jul/58	3.494	0	0	25.977	0	0	jul/86	6.301.517	2.535.507	0	970.462	253.864	0
ago/58	3.729	0	0	28.259	0	0	ago/86	6.281.306	2.579.394	0	965.037	258.563	0
set/58	4.003	0	0	30.456	0	0	set/86	6.255.243	2.639.987	0	958.492	266.610	0
out/58	4.251	0	0	32.390	0	0	out/86	6.230.010	2.693.194	0	952.652	273.874	0
nov/58	4.484	0	0	33.834	0	0	nov/86	6.215.871	2.720.221	0	948.678	277.956	0
dez/58	4.839	0	0	36.251	0	0	dez/86	6.181.887	2.760.338	0	943.590	283.734	0
jan/59	6.117	0	0	40.844	0	0	jan/87	6.156.318	2.788.814	0	940.033	287.269	0
fev/59	7.256	0	0	44.992	0	0	fev/87	6.125.712	2.819.973	0	935.521	292.725	0
mar/59	8.543	0	0	48.440	0	0	mar/87	6.104.671	2.843.280	0	932.660	297.588	0
abr/59	9.736	0	0	51.334	0	0	abr/87	6.071.395	2.878.229	0	927.082	304.578	0
mai/59	10.917	0	0	54.855	0	0	mai/87	6.045.276	2.909.554	0	919.299	311.771	0
jun/59	12.294	0	0	58.549	0	0	jun/87	6.028.845	2.933.092	0	915.872	318.029	0
jul/59	13.516	0	0	62.158	0	0	jul/87	6.004.046	2.961.467	0	910.697	324.798	0
ago/59	14.672	0	0	65.484	0	0	ago/87	5.975.725	2.987.796	0	906.696	330.848	0
set/59	15.831	0	0	68.696	0	0	set/87	5.960.794	3.012.295	0	902.866	335.372	0
out/59	16.988	0	0	71.566	0	0	out/87	5.927.133	3.048.041	0	897.425	340.659	0
nov/59	18.072	0	0	73.843	0	0	nov/87	5.902.541	3.081.699	0	892.646	345.430	0
dez/59	19.160	0	0	77.551	0	0	dez/87	5.864.215	3.118.235	0	888.256	350.574	0
jan/60	25.015	0	0	82.957	0	0	jan/88	5.855.097	3.150.373	0	886.148	355.320	0
fev/60	29.328	0	0	87.857	0	0	fev/88	5.842.346	3.183.451	0	883.899	360.103	0
mar/60	33.571	0	0	91.824	0	0	mar/88	5.826.601	3.223.043	0	881.073	365.359	0
abr/60	36.379	0	0	95.177	0	0	abr/88	5.814.297	3.255.375	0	878.646	369.468	0
mai/60	39.294	0	0	99.213	0	0	mai/88	5.800.578	3.292.160	0	875.828	375.090	0
jun/60	42.941	0	0	103.454	0	0	jun/88	5.784.291	3.332.183	0	872.561	381.260	0
jul/60	45.745	0	0	107.586	0	0	jul/88	5.764.039	3.376.200	0	869.032	387.659	0
ago/60	48.601	0	0	111.398	0	0	ago/88	5.739.925	3.419.374	0	864.203	394.221	0
set/60	51.432	0	0	115.090	0	0	set/88	5.713.808	3.454.930	0	859.564	400.330	0
out/60	54.603	0	0	118.391	0	0	out/88	5.672.152	3.493.430	0	852.991	406.625	0
nov/60	57.240	0	0	121.087	0	0	nov/88	5.625.147	3.528.976	0	845.856	412.175	0
dez/60	59.974	0	0	125.315	0	0	dez/88	5.574.172	3.568.533	0	837.470	418.488	0
jan/61	66.710	0	0	131.748	0	0	jan/89	5.567.032	3.600.412	0	836.334	423.140	0
fev/61	71.986	0	0	137.072	0	0	fev/89	5.560.585	3.628.442	0	835.212	428.236	0
mar/61	77.808	0	0	141.924	0	0	mar/89	5.553.879	3.655.908	0	834.164	433.384	0
abr/61	82.303	0	0	145.714	0	0	abr/89	5.548.087	3.678.177	0	833.482	436.356	0
mai/61	87.062	0	0	150.262	0	0	mai/89	5.539.984	3.700.580	0	832.574	439.314	0
jun/61	92.608	0	0	155.024	0	0	jun/89	5.527.406	3.732.057	0	830.931	443.861	0
jul/61	97.168	0	0	159.568	0	0	jul/89	5.513.252	3.756.391	0	828.973	447.451	0
ago/61	101.763	0	0	163.893	0	0	ago/89	5.494.858	3.783.421	0	826.049	451.672	0
set/61	106.328	0	0	168.010	0	0	set/89	5.479.242	3.805.270	0	823.186	455.586	0
out/61	111.111	0	0	171.887	0	0	out/89	5.464.417	3.824.346	0	820.248	458.720	0
nov/61	115.458	0	0	175.146	0	0	nov/89	5.452.059	3.838.569	0	818.033	460.839	0
dez/61	119.733	0	0	179.829	0	0	dez/89	5.431.103	3.857.648	0	814.622	463.702	0
jan/62	129.461	0	0	187.375	0	0	jan/90	5.437.951	3.856.871	0	816.040	463.887	0
fev/62	137.001	0	0	194.072	0	0	fev/90	5.443.651	3.856.319	0	817.176	463.993	0
mar/62	145.483	0	0	199.528	0	0	mar/90	5.447.628	3.856.120	0	817.920	464.051	0
abr/62	151.868	0	0	203.927	0	0	abr/90	5.451.434	3.855.913	0	818.604	464.107	0
mai/62	158.430	0	0	209.463	0	0	mai/90	5.459.620	3.855.758	0	820.160	464.154	0
jun/62	165.973	0	0	215.275	0	0	jun/90	5.464.674	3.855.665	0	821.483	464.171	0
jul/62	172.134	0	0	220.883	0	0	jul/90	5.470.839	3.855.576	0	822.760	464.185	0
ago/62	178.300	0	0	226.124	0	0	ago/90	5.483.472	3.855.470	0	825.137	464.237	0



Automóveis							Comerciais Leves						
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
set/62	184.433	0	0	231.118	0	0	set/90	5.494.158	3.855.324	0	827.350	464.275	0
out/62	190.852	0	0	235.638	0	0	out/90	5.505.748	3.855.169	0	829.642	464.329	0
nov/62	196.552	0	0	239.283	0	0	nov/90	5.515.922	3.854.922	0	831.623	464.378	0
dez/62	202.521	0	0	244.976	0	0	dez/90	5.524.879	3.854.691	0	833.385	464.442	0
jan/63	211.505	0	0	250.848	0	0	jan/91	5.532.413	3.856.727	0	834.679	464.852	0
fev/63	218.975	0	0	256.076	0	0	fev/91	5.539.178	3.858.347	0	835.990	465.247	0
mar/63	228.250	0	0	260.455	0	0	mar/91	5.547.749	3.860.162	0	837.783	465.683	0
abr/63	235.959	0	0	264.007	0	0	abr/91	5.552.726	3.861.299	0	838.743	465.994	0
mai/63	243.985	0	0	268.422	0	0	mai/91	5.560.266	3.863.687	0	840.141	466.466	0
jun/63	252.915	0	0	273.014	0	0	jun/91	5.568.808	3.866.860	0	841.967	467.183	0
jul/63	260.152	0	0	277.377	0	0	jul/91	5.579.672	3.870.956	0	843.838	468.157	0
ago/63	267.339	0	0	281.512	0	0	ago/91	5.589.597	3.875.098	0	845.591	469.092	0
set/63	274.589	0	0	285.441	0	0	set/91	5.598.919	3.879.001	0	847.203	469.832	0
out/63	281.735	0	0	289.000	0	0	out/91	5.608.809	3.883.583	0	848.811	470.928	0
nov/63	288.397	0	0	292.041	0	0	nov/91	5.617.395	3.887.832	0	850.109	471.762	0
dez/63	295.784	0	0	296.504	0	0	dez/91	5.624.264	3.891.814	0	851.305	472.632	0
jan/64	304.589	0	0	300.702	0	0	jan/92	5.628.092	3.895.254	0	851.834	473.357	0
fev/64	312.153	0	0	304.372	0	0	fev/92	5.632.176	3.899.248	0	852.488	474.395	0
mar/64	322.104	0	0	308.740	0	0	mar/92	5.634.632	3.901.243	0	852.814	474.796	0
abr/64	330.552	0	0	312.337	0	0	abr/92	5.640.589	3.906.704	0	853.685	476.150	0
mai/64	339.526	0	0	316.810	0	0	mai/92	5.645.929	3.910.758	0	854.511	477.127	0
jun/64	349.266	0	0	321.429	0	0	jun/92	5.651.668	3.915.565	0	855.336	478.394	0
jul/64	357.427	0	0	325.796	0	0	jul/92	5.657.903	3.920.575	0	856.262	479.812	0
ago/64	365.554	0	0	329.811	0	0	ago/92	5.664.192	3.925.624	0	857.055	481.053	0
set/64	373.706	0	0	333.663	0	0	set/92	5.670.175	3.930.602	0	857.855	482.418	0
out/64	381.634	0	0	337.224	0	0	out/92	5.677.063	3.935.841	0	858.829	484.103	0
nov/64	389.147	0	0	340.256	0	0	nov/92	5.683.691	3.940.414	0	859.770	485.573	0
dez/64	396.932	0	0	344.724	0	0	dez/92	5.690.093	3.944.838	0	860.626	486.903	0
jan/65	409.538	0	0	348.106	0	0	jan/93	5.706.031	3.949.650	0	862.750	488.244	0
fev/65	419.117	0	0	350.986	0	0	fev/93	5.723.866	3.955.570	0	864.857	489.443	0
mar/65	430.576	0	0	354.860	0	0	mar/93	5.747.479	3.963.289	0	868.175	491.152	0
abr/65	439.152	0	0	358.038	0	0	abr/93	5.770.094	3.970.511	0	870.459	492.097	0
mai/65	448.212	0	0	361.981	0	0	mai/93	5.795.525	3.979.002	0	873.241	493.374	0
jun/65	458.001	0	0	366.085	0	0	jun/93	5.822.637	3.987.249	0	876.055	494.864	0
jul/65	466.336	0	0	369.963	0	0	jul/93	5.851.163	3.995.976	0	878.842	496.529	0
ago/65	474.876	0	0	373.574	0	0	ago/93	5.882.933	4.005.253	0	882.383	498.593	0
set/65	483.403	0	0	377.025	0	0	set/93	5.912.645	4.014.356	0	885.214	500.132	0
out/65	492.078	0	0	380.212	0	0	out/93	5.943.962	4.023.845	0	888.204	501.876	0
nov/65	500.130	0	0	382.964	0	0	nov/93	5.974.391	4.032.829	0	890.804	503.457	0
dez/65	508.193	0	0	386.910	0	0	dez/93	6.004.812	4.040.256	0	893.789	504.738	0
jan/66	519.329	0	0	391.075	0	0	jan/94	6.041.978	4.035.996	0	897.516	504.841	0
fev/66	528.656	0	0	394.586	0	0	fev/94	6.081.966	4.032.542	0	901.850	504.940	0
mar/66	540.379	0	0	399.383	0	0	mar/94	6.135.587	4.027.928	0	907.361	505.088	0
abr/66	550.098	0	0	403.322	0	0	abr/94	6.178.348	4.024.383	0	911.643	505.196	0
mai/66	560.665	0	0	408.225	0	0	mai/94	6.231.270	4.020.689	0	916.860	505.293	0
jun/66	571.742	0	0	413.426	0	0	jun/94	6.283.475	4.018.183	0	921.989	505.386	0
jul/66	581.672	0	0	418.265	0	0	jul/94	6.335.999	4.016.128	0	927.860	505.461	0
ago/66	591.764	0	0	422.755	0	0	ago/94	6.401.191	4.013.904	0	934.921	505.547	0
set/66	601.959	0	0	427.029	0	0	set/94	6.455.962	4.011.960	0	940.369	505.609	0
out/66	611.638	0	0	431.036	0	0	out/94	6.513.777	4.010.482	0	946.761	505.668	0
nov/66	621.103	0	0	434.389	0	0	nov/94	6.586.145	4.009.205	0	953.218	505.729	0
dez/66	630.584	0	0	439.289	0	0	dez/94	6.657.213	4.008.473	0	959.577	505.771	0
jan/67	637.021	0	0	441.563	0	0	jan/95	6.721.802	3.998.686	0	967.220	504.299	0
fev/67	645.588	0	0	444.521	0	0	fev/95	6.805.474	3.984.473	0	977.576	502.193	0
mar/67	657.699	0	0	448.947	0	0	mar/95	6.906.701	3.970.500	0	989.537	500.106	0
abr/67	667.647	0	0	452.332	0	0	abr/95	6.990.884	3.960.601	0	999.381	498.370	0
mai/67	679.295	0	0	456.553	0	0	mai/95	7.086.382	3.947.687	0	1.011.263	496.498	0
jun/67	691.652	0	0	460.461	0	0	jun/95	7.181.456	3.941.221	0	1.025.087	495.453	0
jul/67	703.771	0	0	464.813	0	0	jul/95	7.246.814	3.931.670	0	1.036.067	493.815	0
ago/67	716.143	0	0	468.881	0	0	ago/95	7.338.272	3.912.874	0	1.046.858	492.408	0
set/67	726.769	0	0	472.755	0	0	set/95	7.421.769	3.900.245	0	1.057.179	491.494	0
out/67	739.346	0	0	476.971	0	0	out/95	7.514.820	3.891.070	0	1.068.577	490.541	0
nov/67	750.335	0	0	480.853	0	0	nov/95	7.606.357	3.880.364	0	1.079.789	490.151	0
dez/67	761.886	0	0	485.689	0	0	dez/95	7.680.860	3.872.761	0	1.090.142	489.871	0
jan/68	767.994	0	0	488.818	0	0	jan/96	7.744.491	3.849.187	0	1.099.637	488.815	0
fev/68	778.587	0	0	492.718	0	0	fev/96	7.817.120	3.816.952	0	1.113.171	485.980	0
mar/68	790.844	0	0	497.443	0	0	mar/96	7.901.412	3.777.652	0	1.128.745	482.923	0
abr/68	803.191	0	0	502.097	0	0	abr/96	7.981.907	3.760.862	0	1.144.197	481.144	0
mai/68	816.310	0	0	506.840	0	0	mai/96	8.073.630	3.747.323	0	1.159.289	478.939	0
jun/68	827.700	0	0	511.782	0	0	jun/96	8.150.806	3.737.932	0	1.172.489	476.697	0
jul/68	841.655	0	0	517.022	0	0	jul/96	8.245.396	3.728.093	0	1.188.593	475.419	0

Automóveis				Comerciais Leves			Automóveis				Comerciais Leves		
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
ago/68	855.139	0	0	522.255	0	0	ago/96	8.347.285	3.720.665	0	1.204.715	473.436	0
set/68	868.522	0	0	526.852	0	0	set/96	8.446.592	3.708.107	0	1.219.482	472.010	0
out/68	884.676	0	0	531.688	0	0	out/96	8.545.703	3.700.202	0	1.235.400	471.231	0
nov/68	900.122	0	0	536.189	0	0	nov/96	8.645.587	3.696.054	0	1.249.046	468.304	0
dez/68	915.203	0	0	541.078	0	0	dez/96	8.731.681	3.695.241	0	1.260.893	465.525	0
jan/69	929.053	0	0	544.176	0	0	jan/97	8.818.009	3.694.818	0	1.273.310	460.578	0
fev/69	946.402	0	0	548.072	0	0	fev/97	8.910.312	3.692.279	0	1.286.828	454.395	0
mar/69	967.018	0	0	552.163	0	0	mar/97	9.017.045	3.687.835	0	1.302.603	449.449	0
abr/69	988.486	0	0	556.669	0	0	abr/97	9.133.796	3.685.296	0	1.318.585	447.800	0
mai/69	1.008.942	0	0	561.066	0	0	mai/97	9.244.934	3.662.021	0	1.334.779	446.151	0
jun/69	1.027.652	0	0	565.196	0	0	jun/97	9.356.746	3.651.441	0	1.351.992	445.602	0
jul/69	1.046.025	0	0	569.713	0	0	jul/97	9.464.716	3.625.838	0	1.366.729	441.617	0
ago/69	1.064.578	0	0	574.048	0	0	ago/97	9.575.511	3.579.288	0	1.384.880	440.655	0
set/69	1.080.888	0	0	577.896	0	0	set/97	9.693.071	3.555.166	0	1.402.446	439.968	0
out/69	1.098.097	0	0	581.885	0	0	out/97	9.808.764	3.538.662	0	1.422.267	439.556	0
nov/69	1.114.391	0	0	585.566	0	0	nov/97	9.888.932	3.520.677	0	1.434.079	438.869	0
dez/69	1.141.760	0	0	590.101	0	0	dez/97	9.949.869	3.499.729	0	1.441.885	438.594	0
jan/70	1.161.391	0	0	593.416	0	0	jan/98	10.013.830	3.498.684	0	1.450.974	438.365	0
fev/70	1.181.169	0	0	597.339	0	0	fev/98	10.075.002	3.491.791	0	1.459.863	438.365	0
mar/70	1.204.450	0	0	601.315	0	0	mar/98	10.158.931	3.485.315	0	1.473.913	436.872	0
abr/70	1.230.463	0	0	605.600	0	0	abr/98	10.238.526	3.484.270	0	1.486.235	436.413	0
mai/70	1.252.653	0	0	609.621	0	0	mai/98	10.324.284	3.484.061	0	1.499.614	436.068	0
jun/70	1.275.984	0	0	613.601	0	0	jun/98	10.403.922	3.483.017	0	1.511.985	436.068	0
jul/70	1.300.203	0	0	618.034	0	0	jul/98	10.463.628	3.479.048	0	1.523.223	433.082	0
ago/70	1.322.385	0	0	622.314	0	0	ago/98	10.559.012	3.454.815	0	1.535.454	427.226	0
set/70	1.347.249	0	0	626.786	0	0	set/98	10.631.917	3.425.569	0	1.544.413	423.551	0
out/70	1.375.691	0	0	631.704	0	0	out/98	10.689.353	3.393.608	0	1.552.024	419.991	0
nov/70	1.405.108	0	0	636.308	0	0	nov/98	10.744.886	3.349.947	0	1.559.430	414.135	0
dez/70	1.429.949	0	0	640.312	0	0	dez/98	10.803.320	3.294.798	0	1.567.151	410.690	0
jan/71	1.447.747	0	0	643.273	0	0	jan/99	10.849.021	3.289.356	0	1.572.623	409.707	0
fev/71	1.473.888	0	0	646.248	0	0	fev/99	10.870.208	3.287.754	0	1.574.524	409.077	0
mar/71	1.505.236	0	0	650.456	0	0	mar/99	10.943.934	3.282.929	0	1.582.718	405.977	0
abr/71	1.536.743	0	0	654.894	0	0	abr/99	11.007.292	3.275.167	0	1.590.623	402.575	0
mai/71	1.570.517	0	0	659.615	0	0	mai/99	11.066.169	3.269.315	0	1.596.606	399.753	0
jun/71	1.603.387	0	0	664.772	0	0	jun/99	11.120.188	3.264.346	0	1.602.260	397.359	0
jul/71	1.633.355	0	0	669.489	0	0	jul/99	11.177.898	3.251.430	0	1.608.157	394.864	0
ago/71	1.662.443	0	0	674.100	0	0	ago/99	11.239.475	3.225.413	0	1.614.371	392.293	0
set/71	1.693.645	0	0	678.707	0	0	set/99	11.303.948	3.201.121	0	1.620.875	388.589	0
out/71	1.728.987	0	0	683.851	0	0	out/99	11.349.929	3.154.549	0	1.625.231	387.304	0
nov/71	1.764.266	0	0	688.918	0	0	nov/99	11.393.191	3.132.270	0	1.629.290	385.439	0
dez/71	1.799.444	0	0	693.822	0	0	dez/99	11.434.882	3.092.516	0	1.633.244	383.070	0
jan/72	1.828.139	0	0	698.199	0	0	jan/00	11.483.255	3073187,7	0	1.637.249	380758,9	0
fev/72	1.862.050	0	0	702.863	0	0	fev/00	11.543.739	3051593,19	0	1.643.430	378365,1	0
mar/72	1.900.861	0	0	708.564	0	0	mar/00	11.607.075	3035814,231	0	1.649.909	376961,8	0
abr/72	1.935.022	0	0	713.775	0	0	abr/00	11.668.499	3026641,91	0	1.657.431	375806,1	0
mai/72	1.971.150	0	0	719.756	0	0	mai/00	11.735.517	3017662,015	0	1.666.045	374196,5	0
jun/72	2.006.297	0	0	725.508	0	0	jun/00	11.798.853	2997628,296	0	1.674.389	372834,4	0
jul/72	2.044.102	0	0	730.986	0	0	jul/00	11.864.178	2979946,455	0	1.681.827	372339,2	0
ago/72	2.088.033	0	0	737.356	0	0	ago/00	11.937.186	2955444,17	0	1.690.457	369615,1	0
set/72	2.113.473	0	0	743.068	0	0	set/00	12.005.145	2939601,069	0	1.698.269	364868,7	0
out/72	2.147.422	0	0	749.545	0	0	out/00	12.074.472	2933956,564	0	1.705.898	361814,4	0
nov/72	2.181.252	0	0	755.982	0	0	nov/00	12.143.995	2921833,705	0	1.712.458	358512,6	0
dez/72	2.223.652	0	0	761.703	0	0	dez/00	12.211.559	2887047,302	0	1.719.769	354921,8	0
jan/73	2.257.684	0	0	767.529	0	0	jan/01	12.274.404	2870108,371	0	1.725.098	354208,7	0
fev/73	2.300.624	0	0	774.264	0	0	fev/01	12.345.073	2859002,626	0	1.731.313	353623,2	0
mar/73	2.340.445	0	0	781.189	0	0	mar/01	12.433.041	2844906,872	0	1.739.984	352482,2	0
abr/73	2.379.458	0	0	787.978	0	0	abr/01	12.515.899	2832372,864	0	1.747.772	350973,5	0
mai/73	2.424.496	0	0	795.461	0	0	mai/01	12.603.540	2820039,08	0	1.755.529	350095,2	0
jun/73	2.463.737	0	0	802.241	0	0	jun/01	12.679.253	2807945,564	0	1.761.418	349074,3	0
jul/73	2.506.680	0	0	809.328	0	0	jul/01	12.747.057	2797507,232	0	1.766.443	348586,4	0
ago/73	2.554.044	0	0	816.152	0	0	ago/01	12.819.273	2786615,059	0	1.771.870	347565,6	0
set/73	2.595.281	0	0	822.560	0	0	set/01	12.872.236	2769956,441	0	1.776.257	346469,7	0
out/73	2.648.065	0	0	829.562	0	0	out/01	12.932.711	2749279,999	0	1.780.973	345246,1	0
nov/73	2.696.770	0	0	836.588	0	0	nov/01	13.005.965	2726614,669	0	1.786.160	339151	0
dez/73	2.739.734	0	0	843.188	0	0	dez/01	13.074.519	2687103,845	0	1.791.752	329730,5	0
jan/74	2.782.289	0	0	848.897	0	0	jan/02	13.126.735	2.680.135	0	1.794.820	328.642	0
fev/74	2.824.514	0	0	855.041	0	0	fev/02	13.179.620	2.670.681	0	1.797.998	328.262	0
mar/74	2.879.227	0	0	862.799	0	0	mar/02	13.244.143	2.660.677	0	1.802.095	327.594	0
abr/74	2.929.930	0	0	869.424	0	0	abr/02	13.311.222	2.650.014	0	1.805.574	326.789	0
mai/74	2.980.398	0	0	876.513	0	0	mai/02	13.368.486	2.637.820	0	1.808.667	326.175	0
jun/74	3.023.503	0	0	881.979	0	0	jun/02	13.423.192	2.629.277	0	1.812.094	325.372	0

Automóveis							Comerciais Leves						
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jul/74	3.077.415	0	0	889.625	0	0	jul/02	13.478.256	2.615.548	0	1.815.010	324.369	0
ago/74	3.130.027	0	0	898.585	0	0	ago/02	13.542.302	2.601.756	0	1.818.168	322.851	0
set/74	3.178.085	0	0	907.569	0	0	set/02	13.606.475	2.586.598	0	1.820.880	319.526	0
out/74	3.230.610	0	0	916.957	0	0	out/02	13.680.464	2.561.461	0	1.824.072	316.137	0
nov/74	3.273.339	0	0	925.917	0	0	nov/02	13.741.658	2.541.159	0	1.826.767	313.476	0
dez/74	3.327.323	0	0	932.117	0	0	dez/02	13.806.723	2.522.469	0	1.829.343	310.399	0
jan/75	3.373.942	0	0	937.606	0	0	jan/03	13.850.328	2.515.123	0	1.831.248	309.069	0
fev/75	3.418.267	0	0	943.445	0	0	fev/03	13.902.771	2.505.157	0	1.834.229	308.605	0
mar/75	3.472.471	0	0	950.936	0	0	mar/03	13.947.766	2.494.612	0	1.836.603	307.789	0
abr/75	3.517.588	0	0	957.719	0	0	abr/03	13.991.933	2.483.371	0	1.839.991	306.805	0
mai/75	3.563.590	0	0	965.259	0	0	mai/03	14.035.093	2.470.517	1.034	1.843.690	306.055	240
jun/75	3.617.141	0	0	972.981	0	0	jun/03	14.074.459	2.461.511	2.979	1.846.669	305.074	692
jul/75	3.664.285	0	0	981.025	0	0	jul/03	14.117.711	2.447.039	4.901	1.849.852	303.848	1.139
ago/75	3.708.719	0	0	988.364	0	0	ago/03	14.159.786	2.432.500	7.831	1.852.928	301.993	1.819
set/75	3.765.181	0	0	995.333	0	0	set/03	14.208.522	2.416.521	11.074	1.856.336	297.932	2.573
out/75	3.819.912	0	0	1.004.118	0	0	out/03	14.261.993	2.390.023	18.167	1.859.703	293.790	4.221
nov/75	3.867.949	0	0	1.011.861	0	0	nov/03	14.315.030	2.368.622	27.845	1.863.071	290.540	6.469
dez/75	3.924.131	0	0	1.019.172	0	0	dez/03	14.366.308	2.348.921	39.002	1.865.846	286.780	9.061
jan/76	3.969.717	0	0	1.025.019	0	0	jan/04	14.404.778	2.342.596	49.165	1.868.328	285.394	10.623
fev/76	4.021.852	0	0	1.031.327	0	0	fev/04	14.444.774	2.334.016	60.128	1.871.235	284.909	12.481
mar/76	4.078.774	0	0	1.038.034	0	0	mar/04	14.489.192	2.324.938	75.355	1.873.934	284.059	15.205
abr/76	4.129.094	0	0	1.044.210	0	0	abr/04	14.523.249	2.315.260	93.884	1.876.620	283.033	18.686
mai/76	4.181.403	0	0	1.051.027	0	0	mai/04	14.557.181	2.304.194	113.372	1.879.560	282.251	22.182
jun/76	4.235.863	0	0	1.058.046	0	0	jun/04	14.591.553	2.296.441	137.522	1.882.095	281.228	26.398
jul/76	4.285.580	0	0	1.064.542	0	0	jul/04	14.626.113	2.283.981	164.339	1.885.025	279.950	30.787
ago/76	4.332.835	0	0	1.071.448	0	0	ago/04	14.660.810	2.271.464	189.790	1.888.030	278.016	35.422
set/76	4.384.880	0	0	1.079.541	0	0	set/04	14.695.846	2.257.707	219.506	1.891.388	273.782	40.832
out/76	4.431.226	0	0	1.085.879	0	0	out/04	14.729.725	2.234.895	246.038	1.894.987	269.465	45.718
nov/76	4.479.328	0	0	1.091.272	0	0	nov/04	14.766.385	2.216.470	275.231	1.898.307	266.075	51.050
dez/76	4.540.045	0	0	1.098.867	0	0	dez/04	14.805.615	2.199.508	316.991	1.901.808	262.156	58.533
jan/77	4.580.552	0	0	1.101.851	0	0	jan/05	14.809.500	2.192.762	339.957	1.902.592	260.863	60.705
fev/77	4.620.251	0	0	1.103.946	0	0	fev/05	14.814.039	2.183.611	366.875	1.903.254	260.412	64.338
mar/77	4.675.186	0	0	1.106.972	0	0	mar/05	14.819.414	2.173.928	410.340	1.904.076	259.618	68.831
abr/77	4.717.606	0	0	1.109.290	0	0	abr/05	14.823.798	2.163.606	455.962	1.904.939	258.662	72.165
mai/77	4.766.242	0	0	1.112.495	0	0	mai/05	14.827.521	2.151.804	511.237	1.905.468	257.932	81.031
jun/77	4.821.587	0	0	1.116.016	0	0	jun/05	14.831.065	2.143.534	570.114	1.905.980	256.979	91.164
jul/77	4.864.529	0	0	1.118.144	0	0	jul/05	14.833.986	2.130.244	632.345	1.906.465	255.787	97.655
ago/77	4.906.646	0	0	1.120.423	0	0	ago/05	14.836.841	2.116.894	707.700	1.906.990	253.984	108.186
set/77	4.949.693	0	0	1.122.801	0	0	set/05	14.839.087	2.102.222	784.712	1.907.515	250.035	118.416
out/77	5.000.465	0	0	1.125.439	0	0	out/05	14.841.226	2.077.890	857.950	1.907.886	246.009	123.157
nov/77	5.060.730	0	0	1.128.299	0	0	nov/05	14.843.203	2.058.238	947.823	1.908.389	242.848	132.687
dez/77	5.122.389	0	0	1.130.960	0	0	dez/05	14.845.015	2.040.147	1.042.657	1.908.864	239.193	141.878
jan/78	5.169.108	0	0	1.133.192	0	0	jan/06	14.814.782	2.026.844	1.125.318	1.906.774	229.093	151.107
fev/78	5.219.320	0	0	1.135.798	0	0	fev/06	14.783.943	2.012.666	1.211.035	1.905.182	221.014	160.922
mar/78	5.281.643	0	0	1.139.285	0	0	mar/06	14.744.700	1.996.037	1.311.885	1.902.827	216.469	173.976
abr/78	5.333.856	0	0	1.141.957	0	0	abr/06	14.709.787	1.988.160	1.402.251	1.900.502	216.469	183.726
mai/78	5.390.062	0	0	1.145.224	0	0	mai/06	14.677.154	1.917.969	1.510.217	1.897.431	216.469	195.518
jun/78	5.455.452	0	0	1.149.075	0	0	jun/06	14.648.245	1.909.217	1.613.225	1.895.281	216.469	206.445
jul/78	5.510.868	0	0	1.152.322	0	0	jul/06	14.617.514	1.902.916	1.718.932	1.892.464	216.469	217.277
ago/78	5.571.132	0	0	1.155.861	0	0	ago/06	14.590.887	1.902.216	1.841.194	1.889.806	216.469	228.961
set/78	5.617.430	0	0	1.159.117	0	0	set/06	14.566.266	1.902.041	1.953.009	1.886.971	216.469	241.010
out/78	5.682.350	0	0	1.163.095	0	0	out/06	14.541.206	1.901.515	2.072.858	1.884.234	216.469	253.324
nov/78	5.745.787	0	0	1.166.163	0	0	nov/06	14.518.261	1.878.935	2.204.264	1.882.264	216.469	265.738
dez/78	5.803.801	0	0	1.169.676	0	0	dez/06	14.492.867	1.861.606	2.329.582	1.879.381	216.469	277.587
jan/79	5.863.624	0	0	1.172.511	0	0	jan/07	14.460.583	1.848.987	2.436.002	1.878.385	206.968	290.385
fev/79	5.914.633	2	0	1.175.069	0	0	fev/07	14.421.342	1.835.537	2.541.034	1.876.924	199.368	300.960
mar/79	5.956.598	3	0	1.177.602	3	0	mar/07	14.365.660	1.819.763	2.676.139	1.874.353	195.092	318.295
abr/79	6.013.949	8	0	1.180.686	3	0	abr/07	14.318.050	1.812.291	2.804.823	1.871.446	195.092	333.310
mai/79	6.074.860	13	0	1.183.952	3	0	mai/07	14.272.565	1.745.706	2.954.416	1.869.526	195.092	349.664
jun/79	6.136.896	14	0	1.186.953	3	0	jun/07	14.239.396	1.737.404	3.105.356	1.867.094	195.092	366.438
jul/79	6.185.690	67	0	1.189.153	20	0	jul/07	14.208.785	1.731.426	3.264.306	1.864.816	195.092	386.349
ago/79	6.248.035	175	0	1.192.922	85	0	ago/07	14.168.711	1.730.762	3.436.336	1.861.675	195.092	406.845
set/79	6.292.723	333	0	1.195.753	198	0	set/07	14.123.079	1.730.596	3.594.659	1.858.877	195.092	425.766
out/79	6.361.982	571	0	1.199.134	472	0	out/07	14.085.400	1.730.098	3.778.087	1.855.432	195.092	447.887
nov/79	6.428.685	1.285	0	1.202.059	695	0	nov/07	14.051.495	1.708.678	3.952.938	1.851.852	195.092	470.420
dez/79	6.491.040	2.266	0	1.204.743	838	0	dez/07	14.025.561	1.692.239	4.104.220	1.848.464	195.092	489.978
jan/80	6.542.918	3.000	0	1.206.122	1.105	0	jan/08	13.983.500	1.680.443	4.259.410	1.848.132	186.286	510.909
fev/80	6.593.570	4.776	0	1.207.810	1.582	0	fev/08	13.935.915	1.667.871	4.416.316	1.847.799	179.240	529.951
mar/80	6.643.115	7.993	0	1.209.131	1.989	0	mar/08	13.884.689	1.653.126	4.594.146	1.847.439	175.277	551.793
abr/80	6.660.467	9.272	0	1.209.661	2.721	0	abr/08	13.829.069	1.646.142	4.789.479	1.847.011	175.277	575.168
mai/80	6.700.049	18.709	0	1.210.702	3.851	0	mai/08	13.772.675	1.583.903	4.977.435	1.846.558	175.277	596.810

Automóveis							Comerciais Leves						
Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex	Mês	Gasolina	Etanol	Flex	Gasolina	Etanol	Flex
jun/80	6.735.646	32.741	0	1.211.799	4.794	0	jun/08	13.717.883	1.576.143	5.180.467	1.846.134	175.277	621.178
jul/80	6.776.739	46.820	0	1.212.764	5.992	0	jul/08	13.669.049	1.570.555	5.386.156	1.845.610	175.277	647.442
ago/80	6.815.869	68.395	0	1.214.113	7.213	0	ago/08	13.619.493	1.569.935	5.587.668	1.845.067	175.277	673.390
set/80	6.852.866	96.978	0	1.215.284	8.683	0	set/08	13.574.088	1.569.779	5.780.489	1.844.562	175.277	698.602
out/80	6.873.174	136.563	0	1.215.894	11.203	0	out/08	13.532.190	1.569.314	5.941.559	1.844.038	175.277	722.649
nov/80	6.883.698	181.851	0	1.216.348	12.959	0	nov/08	13.509.273	1.549.292	6.043.755	1.843.709	175.277	737.624
dez/80	6.893.796	328.071	0	1.216.841	15.031	0	dez/08	13.462.431	1.533.926	6.143.193	1.843.260	175.277	750.564
jan/81	6.900.683	268.191	0	1.213.745	16.855	0	jan/09	13.419.385	1.522.959	6.275.307	1.843.999	167.160	770.486
fev/81	6.906.046	290.474	0	1.212.121	17.774	0	fev/09	13.383.480	1.511.271	6.426.368	1.844.604	160.666	790.776
mar/81	6.911.392	305.672	0	1.210.306	18.319	0	mar/09	13.340.164	1.497.562	6.633.033	1.845.618	157.013	814.846
abr/81	6.919.701	321.867	0	1.208.292	19.145	0	abr/09	13.304.285	1.491.068	6.814.084	1.846.402	157.013	834.711
mai/81	6.928.460	330.756	0	1.206.599	19.808	0	mai/09	13.258.453	1.433.203	7.006.559	1.847.191	157.013	857.291
jun/81	6.940.562	335.412	0	1.203.570	20.072	0	jun/09	13.201.413	1.425.987	7.225.481	1.848.083	157.013	883.228
jul/81	6.952.113	338.422	0	1.201.025	20.272	0	jul/09	13.154.680	1.420.793	7.432.712	1.848.815	157.013	906.802
ago/81	6.964.065	342.425	0	1.199.298	20.593	0	ago/09	13.105.140	1.420.215	7.643.862	1.849.634	157.013	932.701
set/81	6.977.930	345.519	0	1.197.285	20.919	0	set/09	13.034.721	1.420.071	7.863.959	1.850.750	157.013	956.022
out/81	6.992.369	349.049	0	1.195.083	21.351	0	out/09	12.971.603	1.419.638	8.086.107	1.851.690	157.013	984.063
nov/81	7.006.252	352.262	0	1.193.323	22.061	0	nov/09	12.915.162	1.401.023	8.282.815	1.852.650	157.013	1.009.228
dez/81	7.022.313	355.801	0	1.191.258	22.450	0	dez/09	12.852.919	1.386.737	8.459.244	1.853.724	157.013	1.035.753
jan/82	7.035.551	359.276	0	1.189.058	22.751	0	jan/10	12.820.988	1.376.587	8.615.994	1.856.763	149.569	1.058.896
fev/82	7.048.474	362.530	0	1.186.681	23.152	0	fev/10	12.783.114	1.365.770	8.780.306	1.860.219	143.613	1.083.610
mar/82	7.063.229	366.988	0	1.183.385	24.269	0	mar/10	12.721.263	1.353.082	9.020.535	1.864.906	140.263	1.117.526
abr/82	7.074.996	374.261	0	1.179.679	25.418	0	abr/10	12.676.105	1.347.073	9.209.981	1.868.277	140.263	1.146.735
mai/82	7.085.978	383.047	0	1.176.541	26.948	0	mai/10	12.638.268	1.293.519	9.415.337	1.872.257	140.263	1.176.930
jun/82	7.096.974	396.139	0	1.173.006	28.957	0	jun/10	12.596.244	1.286.841	9.601.838	1.876.485	140.263	1.206.274
jul/82	7.107.144	413.347	0	1.170.722	30.765	0	jul/10	12.549.418	1.282.033	9.802.643	1.880.043	140.263	1.235.840
ago/82	7.117.356	432.468	0	1.167.318	32.745	0	ago/10	12.488.761	1.281.499	10.024.219	1.883.953	140.263	1.267.749
set/82	7.126.203	453.537	0	1.164.217	34.312	0	set/10	12.428.917	1.281.366	10.234.389	1.888.061	140.263	1.295.890
out/82	7.134.240	488.120	0	1.161.999	36.924	0	out/10	12.380.326	1.280.965	10.451.303	1.891.990	140.263	1.323.856
nov/82	7.140.705	524.129	0	1.160.027	39.290	0	nov/10	12.314.155	1.263.737	10.677.658	1.896.843	140.263	1.356.991
dez/82	7.148.259	565.554	0	1.157.888	42.932	0	dez/10	12.237.298	1.250.515	10.898.645	1.901.324	140.263	1.390.156
jan/83	7.115.479	604.863	0	1.153.284	45.216	0	jan/11	12.202.053	1.241.161	11.057.413	1.905.952	133.471	1.416.382
fev/83	7.090.950	643.184	0	1.147.377	48.147	0	fev/11	12.164.831	1.231.191	11.238.452	1.910.840	128.038	1.446.287
mar/83	7.068.103	690.609	0	1.142.162	51.359	0	mar/11	12.123.618	1.219.498	11.439.259	1.916.251	124.981	1.479.457
abr/83	7.048.398	740.216	0	1.137.056	54.311	0	abr/11	12.078.512	1.213.960	11.625.866	1.922.174	124.981	1.510.282
mai/83	7.033.649	792.316	0	1.132.773	57.318	0	mai/11	12.026.441	1.164.603	11.829.874	1.929.011	124.981	1.543.981
jun/83	7.022.297	831.014	0	1.128.256	59.689	0	jun/11	11.976.269	1.158.449	12.025.135	1.935.599	124.981	1.576.235
jul/83	7.012.684	867.850	0	1.125.431	62.372	0	jul/11	11.928.606	1.154.018	12.221.648	1.941.857	124.981	1.608.696
ago/83	6.999.527	916.663	0	1.119.941	66.484	0	ago/11	11.877.364	1.153.525	12.431.031	1.948.586	124.981	1.643.283
set/83	6.990.551	966.493	0	1.117.357	69.820	0	set/11	11.824.000	1.153.402	12.627.610	1.955.593	124.981	1.675.755
out/83	6.981.753	1.011.507	0	1.114.057	73.801	0	out/11	11.780.616	1.153.033	12.807.162	1.961.289	124.981	1.705.414
nov/83	6.977.090	1.052.186	0	1.111.976	78.646	0	nov/11	11.730.156	1.137.155	13.014.652	1.967.915	124.981	1.739.689
dez/83	6.971.855	1.099.574	0	1.109.214	83.171	0	dez/11	11.671.499	1.124.970	13.235.365	1.975.617	124.981	1.776.147
jan/84	6.955.447	1.132.346	0	1.104.086	87.601	0	jan/12	11.614.392	1.124.970	13.406.017	1.978.521	124.981	1.804.691
fev/84	6.935.394	1.175.467	0	1.100.724	92.379	0	fev/12	11.565.458	1.124.970	13.569.846	1.981.009	124.981	1.832.094
mar/84	6.916.162	1.215.243	0	1.097.692	96.521	0	mar/12	11.503.209	1.124.970	13.766.695	1.984.175	124.981	1.865.020
abr/84	6.893.911	1.255.491	0	1.093.009	101.367	0	abr/12	11.447.514	1.124.970	13.935.878	1.987.007	124.981	1.893.319
mai/84	6.868.400	1.297.605	0	1.086.957	106.875	0	mai/12	11.389.353	1.124.970	14.124.447	1.989.964	124.981	1.924.860
jun/84	6.844.429	1.339.827	0	1.081.693	112.815	0	jun/12	11.335.353	1.124.970	14.367.564	1.992.710	124.981	1.965.525
jul/84	6.826.814	1.376.332	0	1.077.385	117.614	0	jul/12	11.279.823	1.124.970	14.617.312	1.995.534	124.981	2.007.299
ago/84	6.811.484	1.421.443	0	1.072.997	122.968	0	ago/12	11.216.949	1.124.970	14.906.524	1.998.731	124.981	2.055.674
set/84	6.795.118	1.463.609	0	1.069.146	128.501	0	set/12	11.168.598	1.124.970	15.100.520	2.001.190	124.981	2.088.123
out/84	6.774.928	1.507.912	0	1.064.610	134.533	0	out/12	11.120.480	1.124.970	15.332.082	2.003.637	124.981	2.126.855
nov/84	6.748.348	1.557.042	0	1.060.143	139.665	0	nov/12	11.077.972	1.124.970	15.543.060	2.005.798	124.981	2.162.144
dez/84	6.726.584	1.595.534	0	1.054.388	143.874	0	dez/12	11.034.441	1.124.970	15.788.314	2.008.012	124.981	2.203.167

Fonte: Elaboração própria baseada em ANFAVEA (2014)