

## Uso Eficiente do Etanol e CGIEE

Jayme Buarque de Hollanda\*

O etanol hidratado é usado no Brasil com eficiência muito abaixo da potencial. A organização que dirijo (INEE) estuda as razões e desenvolve ações para reduzir essa diferença. Criou o PrEE - Programa Etanol Eficiente que a partir de uma análise da situação aqui e no exterior concluiu que as causas não são apenas tecnológicas. Têm origem, sobretudo, numa compreensão errada de indicadores de eficiência energética empregados na escolha do combustível a ser usado. A seguir uma descrição resumida do problema e propostas de ações ao CGIEE – Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética, baseadas em recente apresentação a este conselho<sup>†</sup>.

Com a introdução dos carros flex no Brasil (2003), criou-se a necessidade de critério para os consumidores decidirem com que combustível lhes seria mais econômico abastecer seus carros. Como o conteúdo energético de um litro de etanol (PCI - poder calorífico inferior) era cerca de 70% do da gasolina, essa proporção foi considerada uma aproximação razoável de paridade entre os combustíveis. Assim se generalizou a ideia de que só vale a pena abastecer com etanol quando este custar, por litro, até 70% do preço da gasolina. Muito repetida, acabou se tornando, uma verdade indiscutível, o “Paradigma70”, amplamente divulgado.

**PARIDADE**

$$P = \frac{Cons_{etanol}}{Cons_{gasolina}}$$

$$P = \frac{PCI_{etanol}}{PCI_{gasolina}} \approx 70\%$$

**P = 70% → Paradigma 70**

**Álcool X gasolina**

Para **carros flex** é preciso ter cautela ao escolher que forma abastecer. A principal diferença de preços e vantagens entre os dois combustíveis está na **proporção preço X desempenho**. Para o álcool ser mais vantajoso do que a gasolina, o preço do litro tem que custar até **70%** do litro da gasolina. Caso queira fazer esse cálculo sem o auxílio da ferramenta, a conta é simples: basta **dividir** o valor do litro do álcool pelo da gasolina. Se o resultado for **menor que 0,7**, abasteça com álcool. Se **maior**, escolha a gasolina. Exemplo: se o álcool custa R\$ 1,45 e a gasolina, R\$ 2,90, o resultado da divisão do primeiro pelo segundo é 0,5, menor que 0,7. Logo, mais vantajoso abastecer com álcool.

A percepção de paridade define a competitividade entre gasolina e etanol, pois segundo estudo da EPE, apenas 4% dos consumidores optam pelo etanol apenas por convicções ambientais.

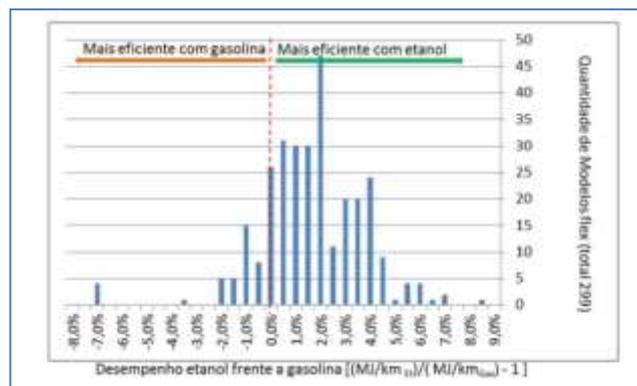
Em recente seminário promovido pelo PrEE<sup>1</sup>, a Diretora Geral da ANP mostrou a importância desse parâmetro na definição da escolha do combustível. Tomando como referência o paradigma 70 em agosto de 2015, concluiu que o etanol era competitivo em 6 estados da federação. Caso a paridade fosse aumentada para 80%, a competitividade seria observada em 22 estados!

\* Diretor geral do Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE e representante da sociedade civil o CGIEE;

<sup>†</sup> Resumo da palestra feita na 26ª reunião do GCIEE em 26/11/15.



A paridade de 70% estabelecida em 2003, no entanto, não faz sentido uma vez que: 1) com o aumento da adição de etanol anidro, o poder calorífico da gasolina diminui, desde então e; 2) os consumos dos carros flex variam dependendo do modelo e do ano de fabricação. As relações de consumo energético (em MJ/km) de etanol e de gasolina dos carros flex em janeiro de 2015 demonstram haver uma grande dispersão desses valores.



Na verdade, o etanol é um combustível bem mais adequado do que a gasolina para uso em motores ciclo Otto. Algumas de suas características físico-químicas (homogeneidade, octanagem, calor latente de evaporação, e outras) que, em motor adequado, convertem sua energia química em mecânica de modo mais eficiente que a gasolina, compensando sua menor densidade energética. Um motor a etanol desenvolvido para aproveitar melhor essas propriedades pode apresentar um consumo volumétrico semelhante ao de um motor a gasolina que produza o mesmo serviço.

$$P = f(\eta_{et}, \eta_{gs})$$

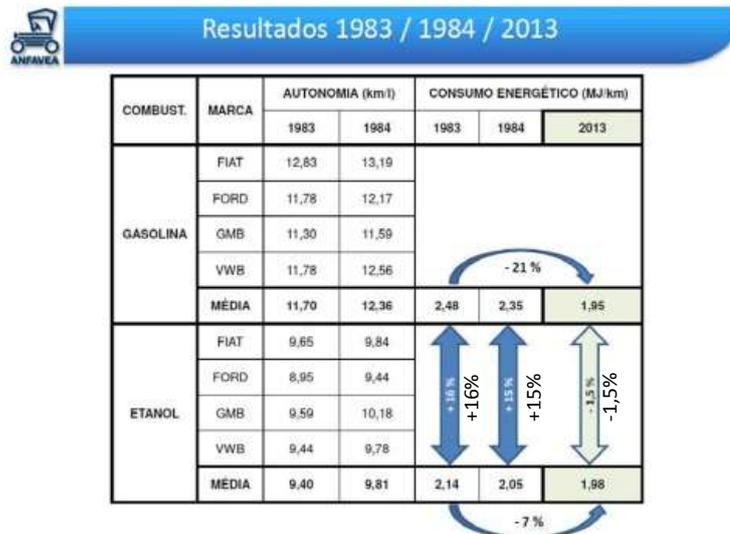
$$\eta_x = f(PCI, \text{calor latente evaporação, razão estequiométrica, velocidade da chama, octanagem, condições de uso, etc.})$$

Em motor ciclo Otto

$$\eta_{et} \gg \eta_{gs}$$

$$P \approx 100\%$$

Na época do PROALCOOL 2, quando havia carros com motores desenvolvidos para usar etanol, a eficiência energética dos carros a etanol chegou a ser 15% maior do que a dos carros similares a gasolina<sup>2</sup>. Na época, com motores carburados, a maior eficiência era obtida aumentando a taxa de compressão do motor a etanol, o que não podia ser feito com a gasolina.



Se tivesse havido continuidade na produção de carros a etanol, eles teriam atingido hoje performances muito maiores que os equivalentes a gasolina, pois os aperfeiçoamentos tecnológicos (controles eletrônicos, injeção direta, intercooler, turbos etc.) permitem aproveitar mais plenamente as qualidades em que o etanol supera a gasolina.

O flex moderno<sup>3</sup> foi criado nos EUA para atender à legislação ambiental do início dos anos 90, que incentivou sua fabricação mediante a redução de impostos e a permissão para manter no mercado outros modelos com emissões acima do limite. Vale lembrar que quando os flex foram lançados nos EUA, o etanol (E85<sup>4</sup>) não era sequer distribuído. Hoje circulam cerca de 17 milhões de carros flex nos EUA (5% da frota) e mesmo hoje apenas 2% dos postos concentrados na região produtora de milho oferecem o combustível. Os flex, devido a esta origem, são equipados com motores otimizados para usar gasolina e que permitem o uso de etanol sem, contudo tirar proveito de suas propriedades específicas.

No Brasil, apesar do uso generalizado do Paradigma 70 não fazer sentido, acabou sendo aceito de forma acrítica pelos tomadores de decisão dos principais interessados (“stakeholders”), que só têm a perder com o uso ineficiente do etanol:

- **Consumidores** - cerca de 5 milhões que só consomem etanol, por convicção ambiental ou por serem residentes em lugar onde o preço do etanol é sempre competitivo, usam veículos com eficiência abaixo da potencial;
- **Governo e legislativo** - apesar das virtudes não energéticas do etanol (ambientais e sociais, por ser um combustível renovável e mais intensivo em mão de obra), é preocupante que se considere o Paradigma 70 como base para definir políticas. Está embutido, por exemplo, no Inovar-Auto (legislação de incentivo fiscal para a indústria

automobilística), onde as metas de eficiência para 2017 igualam as eficiências energéticas (em MJ/km) dos dois combustíveis<sup>5</sup>. A Lei complementar de julho de 2014 (ainda não regulamentada) feita aparentemente com a intenção de estimular o aumento da performance dos carros flex com etanol (que consigam paradigma de 75%), curiosamente coloca como restrição que a eficiência no uso da gasolina não seja afetada!

Metas do INOVAR-Auto

	Km/l		MJ/km	
	De	Para	De	Para
Gasolina	14	17,3	2.071	1.679
Etanol	9,71	12	2.069	1.679

$\eta_{et} = \eta_{gs}$

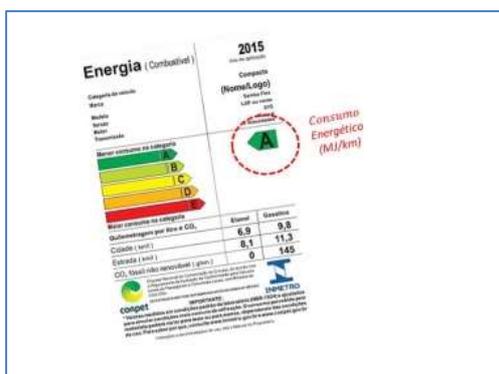
Art. 41-B da Lei 12.996/14 que modifica o INOVAR-AUTO (ainda não regulamentada)

"O Poder Executivo, no âmbito do Inovar-Auto, poderá estabelecer alíquotas do IPI menores para os veículos que adotarem motores flex que tiverem relação de consumo entre etanol hidratado e gasolina superior a 75%, sem prejuízo da eficiência energética da gasolina nos veículos novos".

- **Montadoras** - poderiam atender o nada desprezível nicho de mercado mencionado acima com carros a etanol eficientes ou com carros flex otimizados para usar etanol. Sendo empresas com sede no exterior, talvez tenham dificuldade para obter aval das matrizes para tanto, pois não têm incentivo e o mercado desconhece as virtudes do etanol. A experiência passada (PROALCOOL e flex) mostrou que, estimuladas pela demanda ou receio da competição, respondem com rapidez e competência. Vale notar que projetistas de sistemas de controles de motores (Mahle<sup>6</sup>, Bosch<sup>7</sup> e AVL<sup>8</sup>) defendem a ideia, provavelmente porque a oferta de etanol cresce na Europa e deve aumentar após a COP21; já é possível hoje viajar por toda a França usando apenas E85 que é fornecido em 600 postos espalhado em todo o território.
- **Indústria sucroalcooleira** - setor que viu no flex a "tábua de salvação" que aumentou a demanda em 2003. Sua propaganda institucional tende a valorizar, unicamente, as vantagens ambientais do seu combustível.

Em que aspectos essas questões podem ou deveriam envolver o CGIEE? Vejo pelo menos três temas para reflexão, por envolverem indicadores de eficiência energética.

Em primeiro lugar, acredito que seria importante ordenar os carros considerando dois indicadores: um para cada combustível. Hoje eles são ordenados em função da média dos consumos de etanol e de gasolina. Essa média é uma figura de ficção, pois as pessoas normalmente se abastecem com um ou com outro combustível. A etiqueta com o formato atual tem o grave inconveniente de desinformar os consumidores e desestimula as montadoras a produzirem modelos mais eficientes com etanol.

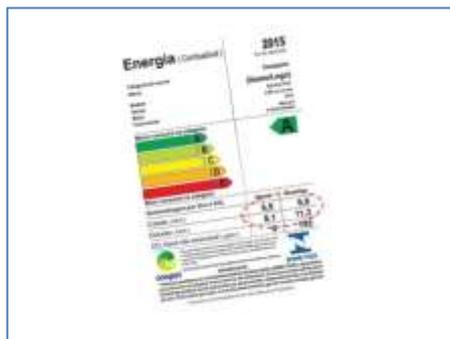


CONSUMO ENERGÉTICO FLEX (MJ/km)

$$\text{Consumo}_{\text{Flex}} = \frac{\text{Consumo}_{\text{etanol}} + \text{Consumo}_{\text{gasolina}}}{2}$$

Uma segunda correção da maior importância a considerar na etiqueta se prende a uma distorção que ocorre quando, para divulgar os dados de consumo, as medidas em laboratório são multiplicadas por um coeficiente para que o dado divulgado considere fatores que afetam o consumo (habilidade do motorista, imperfeição do asfalto, temperatura mais elevada, pneus descalibrados, ciclos de uso bem mais longos que os de laboratório etc.) e se aproxime dos valores percebidos pelo motorista.

Essa correção usa uma fórmula empírica avaliada nos EUA<sup>9</sup> que aumenta consideravelmente o consumo (em média, 27% para o uso urbano e 19% o rodoviário). A fórmula foi baseada no consumo nos EUA e é aplicada na mesma proporção para o etanol<sup>10</sup>.



$$CONS_{cotidiano} = X \cdot CONS_{laboratório}$$

$C_r (km/l)$                        $C_l (km/l)$

URBANO

$$C_{r(urb)} = \frac{C_{l(urb)}}{0,73}$$

ESTRADA

$$C_{r(estr)} = \frac{C_{l(estr)}}{0,81}$$

O critério de aumentar o consumo do etanol na mesma proporção aparentemente não foi medido nas condições brasileiras. Revistas especializadas em carros que mediram os consumos no campo<sup>11</sup> constataram que os dados eram consistentes com os divulgados na etiqueta para a gasolina, mas que tendiam a aumentar da ordem de 11% o consumo de etanol.

Outra observação mais abrangente sobre o consumo real foi feita pela ECOFROTAS<sup>12</sup>, que administra centenas de milhares de carros. Avaliando os consumos médios dos carros flex concluiu que as paridades dos carros de diversos modelos do período 2003 a 2012 foi da ordem de 80%. Nigro e Szwarc<sup>13</sup> entendem que: “as diferenças de extensão dos ciclos e consequentemente da importância que as partidas e a fase fria representam e o não aproveitamento do ciclo normalizado, do maior torque do motor operando com etanol para reduzir as rotações de troca de marcha” sejam responsáveis pela aparente desvantagem do etanol.

**Facilidades na frota gerida pela ECOFROTAS  
( > 800 mil carros )**

Ano de fabricação	Consumo médio (km/l)
2004	0,772
2005	0,788
2006	0,788
2007	0,781
2008	0,790
2009	0,808
2010	0,807
2011	0,790
média aritmética ponderada	0,795

Fonte: Ecofrotas - Associação Brasileira de Frotas e Frota Consorcio de uso de gasolina flexível, 2012. São Paulo: Ecofrotas 2012.

Considerando que esse procedimento prejudica fortemente o etanol (ver mais acima a sensibilidade dos consumidores ao aumento da paridade!) é importante uma revisão dos dados de correção do etanol para uma adaptação às condições brasileiras.

Como terceira observação, lembro que o carro “flex” foi viabilizado no Brasil quando, em agosto de 2002, a reclassificação de IPI para veículos considerou que os veículos flex fuel teriam o mesmo tratamento fiscal que os veículos a álcool.

Como as eficiências energéticas no uso de um ou outro combustível podem ser ajustadas, a definição puramente qualitativa de flex (consome etanol ou gasolina) desrespeita a intenção inicial da legislação fiscal que favorecia o carro a etanol pelas externalidades positivas para a economia e meio ambiente. Para reconstruir esse objetivo seria o caso de estudar formas que indicassem o grau mínimo de eficiência relativa no uso do etanol? Nesse caso os fabricantes teriam uma motivação a mais para produzir carros e atender os nichos de motoristas que dão preferência a este combustível.

---

<sup>1</sup> II Seminário Internacional sobre Uso Eficiente do Etanol; 17 e 18 de setembro de 2015 (palestras em <http://etanoleficiente.inee.org.br/programacao.html>).

<sup>2</sup> Henry Joseph 2013 in [http://www.inee.org.br/etanolveicular/downloads/Henry\\_Joseph\\_ANFAVEA.pdf](http://www.inee.org.br/etanolveicular/downloads/Henry_Joseph_ANFAVEA.pdf)

<sup>3</sup> Os carros modelo T entre 1908 e 1927 eram todos “flex”; os carros usados no campo geralmente usavam etanol produzido no campo a partir do milho. O uso do etanol foi reduzindo por diversos fatores, inclusive da “Prohibition”, legislação norte-americana que proibiu a venda de bebidas alcoólicas.

<sup>4</sup> Nos EUA, o imposto sobre o etanol puro (e sobre o tabaco) é um dos mais antigos e muito elevado. Para que seja comercializado sem esses impostos precisa ser “desnaturado”, ou seja, adicionado com alguma substância que o torne indesejável para o consumo humano.

<sup>5</sup> Paulo Bedran / MDIC in <http://pt.slideshare.net/IDECDefesaDoConsumidor/debate-automvel-e-consumo-paulo-bedran>

<sup>6</sup> Ricardo Simões Abreu in [http://etanoleficiente.inee.org.br/downloads/R.Abreu\\_Mahle.pdf](http://etanoleficiente.inee.org.br/downloads/R.Abreu_Mahle.pdf)

<sup>7</sup> Bruno Bragazza, Fábio Ferreira e Mário Massagardi in

[http://www.inee.org.br/down\\_loads/eficiencia/Palestra\\_BNDES\\_Massagardi\\_Bosch.pdf](http://www.inee.org.br/down_loads/eficiencia/Palestra_BNDES_Massagardi_Bosch.pdf)

<sup>8</sup> ErnstWinklehoffer in [http://etanoleficiente.inee.org.br/downloads/ErnstWinklehoffer\\_AVL.pdf](http://etanoleficiente.inee.org.br/downloads/ErnstWinklehoffer_AVL.pdf)

<sup>9</sup> As fórmulas constam da Portaria MDIC n.º 377, de 29 de setembro de 2011, artigo 6.1.2.5 do anexo. As fórmulas são pouco lineares provavelmente porque que, para ser consistente, a média de medidas de km/l (ou milhas/galão), deve ser harmônica. A fórmula, no entanto, pode ser ajustada a uma reta nas faixas de consumo.

<sup>10</sup> Portaria acima, “6.1.2.6 No caso de veículos bicombustíveis ou tricombustíveis, as correções acima devem ser calculadas para as medições com gasolina E-22 e os mesmos percentuais de variação devem ser aplicados aos resultados obtidos com etanol E-100 ou com gás natural (GN)”.

<sup>11</sup> Auto Esporte, “Ranking Auto Esporte: consumo médio”; 17/03/2009; Folha de São Paulo e o site Carsale.uol (citados na referência abaixo).

<sup>12</sup> KPMG, 2012, Ecofrotas - Relatório de Avaliação do Banco de Dados e Estudo comparativo do uso de gasolina X etanol, KPMG Risk Advisory Services Ltda., 44 pg, São Paulo

<sup>13</sup> Etanol e Bioeletricidade ; UNICA; pág. 171 in

<http://www.siamig.org.br/dmdocuments/EtanoleBioeletricidade.pdf>