

## INFLUÊNCIA DO CARRO *FLEX-FUEL* NO CONSUMO DE ETANOL ANIDRO E HIDRATADO: UMA BREVE ANÁLISE ESTATÍSTICA

**Guilherme Asai**

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio  
guilherme.asai@gmail.br

**Keila Raquel Wenningkamp**

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio  
sebkeila@hotmail.com

**Grupo de Pesquisa: Economia e Gestão no Agronegócio**

### **Resumo**

O surgimento da tecnologia *flex-fuel* nos carros apresentou um avanço tecnológico para a indústria automotiva e energética no Brasil. Com essa tecnologia, o consumidor passou a poder escolher qual o tipo de combustível utilizar em seu veículo. Muitos autores apontam que o fator determinante para essa escolha são os preços entre a Gasolina e o Etanol. Entretanto, como se comporta o consumo do Etanol a medida que se avança as vendas do Carro *flex-fuel*? Este trabalho procurou estudar esta questão baseada em análises estatísticas. Dessa forma, pretendeu-se verificar e analisar se a quantidade de Carros *flex-fuel* novos vendidos no Brasil interfere na quantidade consumida de Etanol anidro (em analogia à Gasolina C) e Etanol hidratado. Como resultado, comprova-se que existe dependência de consumo do Etanol em relação às vendas de Carro *flex-fuel*.

**Palavras-chave:** Carro *flex-fuel*; Etanol anidro e Etanol hidratado; Estatística inferencial.

### **Abstract**

*The appearance of the flex-fuel technology in cars introduced a technological breakthrough for the automotive and energy industry in Brazil. With this technology, the consumer is now able to choose which type of fuel used in your own vehicle. Differents authors says that the determining factor for chose either fuels are the prices between gas and ethanol, however behaves consumption of Ethanol as we advance sales of flex-fuel Car? This study aim to study this question based on statistical analysis. Therefore, this study intend to verify and analyze the amount of new flex-fuel Cars sold in Brazil interferes with the amount consumed of anhydrous Ethanol (in analogy to Gasoline C) and hydrated Ethanol The results proves that there is dependence on ethanol consumption in relation to sales of flex-fuel car.*

**Key words:** *flex-fuel car; anhydrous ethanol and hydrous ethanol; inferential statistics.*

## 1. Introdução

O lançamento do Carro *flex-fuel* em meados de 2003 formou um marco histórico, tanto na indústria automotiva quanto na indústria energética. Com o *flex-fuel*, o consumidor teve o livre poder de escolha entre abastecer seu carro com álcool (Etanol hidratado) ou Gasolina (Gasolina C).

Oliveira, Costa e Castro (2014) indicam que a opção pelo uso da Gasolina ou do Etanol no carro *flex-fuel* deve considerar alguns fatores, como: se gasta mais álcool para rodar a mesma distância que a Gasolina; o uso do ar condicionado ligado; o combustível sem queima pode minimizar sua eficiência; e avaliar o gasto por quilometragem rodada com tanque cheio.

Complementando os fatores a se considerar no uso da Gasolina ou do Etanol como combustível, Oliveira, Costa e Castro (2014) listam as vantagens e desvantagens conforme o Quadro 1, abaixo.

Gasolina		Etanol	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Com o mesmo volume de álcool, o automóvel <i>flex</i> roda mais	Alto custo	Tecnologia de produção acessível	Autonomia menor que a Gasolina no carro <i>flex</i>
Arranque do carro <i>flex</i> mais eficiente que o diesel, inclusive quando tem maior octanagem	Poluição do ar, emissões de CO	Queima mais limpa que a Gasolina	Dificuldade para o automóvel <i>flex</i> funcionar em dias frios
Extraída em grandes proporções do petróleo	Fonte esgotável	Fonte inesgotável	Grande gasto para produção
Cultura de uso muito difundida no mundo	Pode ser adulterada	Geração de empregos no campo	Menor poder calorífico que a Gasolina

Quadro 1. Vantagens e desvantagens da Gasolina e do Etanol.

Fonte: Oliveira, Costa e Castro (2014).

Entretanto, o uso de um combustível em detrimento de outro deve passar primordialmente pela vantagem econômica que cada um pode gerar. Para Ferreira, Prado e Silveira (2009), os preços encontrados nos combustíveis dependem da razão entre álcool, Gasolina e carros *flex*, em que a demanda por tipo de combustível depende do seu preço. Complementando este raciocínio, Losekann e Castro (2011) concluem que o preço relativo dos combustíveis é o critério determinante para a escolha do consumidor no abastecimento.

Ainda na relação de preços, Ferreira, Prado e Silveira (2009) encontraram forte causalidade entre os preços da Gasolina e do Etanol. Esta causalidade está diretamente relacionada ao fato do Etanol anidro se misturar a Gasolina A, resultando na Gasolina C, encontrada nos postos de combustível.

Nesse cenário, esperava-se a maior demanda de Etanol frente a Gasolina, dado seu menor preço, mas, segundo estudo de Melo e Sampaio (2014), a demanda dos dois tipos de combustíveis pouco alterou com o advento dos veículos *flex*. Esses autores indicam ainda que o aumento da demanda por Etanol por parte dos consumidores foi devido ao aumento do preço da Gasolina.

O aumento dos preços da Gasolina, aliado ao menor rendimento do álcool, justifica o consumidor a fazer contas e analisar a economia de cada combustível. Devido ao senso comum e estudado por Marjotta-Maistro e Asai (2006), o ponto de equilíbrio entre o preço do

Etanol e Gasolina é de 70%. Nesse caso, Souza e Pompermayer (2015) observaram uma resposta ao consumidor na variação do preço de Etanol em comparação com o preço da Gasolina, indicando que o consumidor possui maior percepção de mudanças nos preços.

Nota-se assim, que, em muitos estudos, o preço do combustível aparece como fator decisivo na opção de se abastecer o Carro *flex-fuel* com Etanol ou Gasolina. Complementando esses estudos, partindo de outra ótica, este trabalho tem como objetivo verificar e analisar se a quantidade de Carros *flex-fuel* novos vendidos no Brasil interfere na quantidade de Etanol anidro (em analogia à Gasolina C) e Etanol hidratado consumidos. Assim, pretende-se verificar se o consumo de Etanol depende da venda de Carro *flex-fuel* através da estatística inferencial.

O presente trabalho está dividido em cinco partes principais, incluindo esta de introdução. A seguir será apresentada a metodologia e os dados utilizados; na sequência, a aplicação dos métodos estatísticos; posteriormente as análises dos resultados da estatística inferencial; e finaliza-se com as considerações finais.

## 2. Referencial analítico e apresentação dos dados utilizados

O presente trabalho tem caráter quantitativo, utilizando-se de dados mensais secundários obtidos do sítio da União da Indústria de Cana-De-Açúcar (Unica) e da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea).

Os dados utilizados para as análises contemplam os licenciamentos dos veículos automotores do tipo *flex-fuel*, no período de 01 de janeiro de 2012 a 31 de janeiro de 2016, e o consumo de Etanol anidro e hidratado no mesmo período.

Uma estatística descritiva dos dados utilizados neste trabalho está representada na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados utilizados

Estatística	Carro Flex	Etanol anidro	Etanol hidratado
Média	236.713,67	819.734.645,53	1.095.010.914,02
Erro padrão	6.831,12	18.725.679,84	38.520.226,35
Mediana	243.878,00	877.393.317,00	1.016.543.934,00
Desvio padrão	47.817,81	131.079.758,89	269.641.584,48
Curtose	-0,32	-1,27	-0,54
Assimetria	0,08	-0,24	0,73
Mínimo	132.454,00	597.497.349,00	737.394.663,00
Máximo	358.307,00	1.064.981.734,00	1.747.049.996,00
Contagem	49	49	49

Fonte: elaboração própria.

Dados: Unica e Anfavea, 2016.

A metodologia aplicada provém da estatística inferencial e está baseada em testes estatísticos para comparação de grupo de dados. Anteriormente a seleção do teste estatístico adequado, paramétrico ou não paramétrico, será realizada um teste de normalidade que visa definir qual teste será aplicado para o grupo de dados selecionados. Para Hair et al. (2005) e Siegel (2005) a estatística inferencial é uma importante ferramenta para se estudar fenômenos e obter indícios para se resolver um problema.

Por se ter um total de 147 dados (49 para cada item) o teste de normalidade mais indicado passa a ser o Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk, indicado em casos com grupo de dados inferior a 50 ( $N < 50$ ). Esse teste é uma prova de aderência entre a distribuição dos valores observados e uma determinada distribuição teórica.

A estatística do teste pode ser representada através da Equação 1.

$$D = \max |F_0(X) - S_n(X)| \quad (1)$$

Em que:

$F_0(X)$ : distribuição teórica acumulada.

$S_n(X)$ : distribuição acumulada observada.

Depois de realizado o teste de normalidade, poderá se escolher entre os testes estatísticos paramétricos e não paramétricos que melhor se adaptam ao conjunto de dados a ser analisado. Os testes paramétricos são aplicados em casos em que se conhece a distribuição, comumente uma distribuição normal padrão; já os testes não paramétricos são usados quando não se conhece a distribuição, ou seja, os dados não assumem uma distribuição conhecida.

Dentre os testes paramétricos, apresentam-se o Teste t e a Análise de Variância (ANOVA). Nos testes não paramétricos poderá ser utilizado os Testes de Mann-Whitney, Kruscal Wallis, Wilcoxon ou Friedman. Todos os testes mensurados são amplamente difundidos e aplicados no meio acadêmico na análise da estatística inferência. Neste trabalho, será utilizado o Testes de Wilcoxon.

Ainda com relação aos testes estatísticos, será realizada uma análise de correlação entre as séries de dados visando a comprovação, ou não, da dependência do consumo de Etanol anidro e hidratado nas vendas (licenciamento) de Carros *flex-fuel*.

Todos os testes estatísticos empregados neste trabalho serão efetuados pelo programa SPSS-IBM (Statistical Package for Social Sciences) com nível de confiança de 95%.

### 3. Testes estatísticos

Os resultados serão divididos em dois grupos de análises estatísticas, sendo o primeiro as análises de normalidade das séries de licenciamentos dos veículos automotores do tipo *flex-fuel*, o consumo de Etanol anidro e o consumo do Etanol hidratado, e o segundo, referente ao teste não paramétrico selecionado.

#### 3.1. Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk

Por se tratar de um teste de hipótese, o Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk tem as seguintes hipóteses de aceitação e rejeição.

$H_0$ : A distribuição observada adere à distribuição teórica (distribuição é normal).

$H_1$ : A distribuição observada não adere à distribuição teórica (distribuição não é normal).

Para cada série de dados, procedeu-se com o teste de normalidade, obtendo os resultados apresentados no Quadro 1.

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Carro <i>flex-fuel</i>	,989	49	,937
Etanol anidro	,903	49	,001
Etanol hidratado	,918	49	,002

Quadro 2. Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk.

Fonte: elaboração própria.

Nota: calculado pelo SPSS.

Dado a estatística calculada e o grau de confiança em 95%, ou seja,  $\alpha = 5\%$ , a decisão de aceitar ou rejeitar a hipótese é dado quando o valor observado de uma prova estatística é igual ou menor do que  $\alpha$ . Nesse caso, deve-se rejeitar  $H_0$  para Etanol anidro e Etanol hidratado, mas aceitar  $H_0$  para o Carro *flex-fuel*.

Assim, as distribuições do Etanol anidro e hidratado não seguem uma distribuição conhecida, enquanto a distribuição da série de dados do Carro *flex-fuel* segue uma distribuição normal padrão.

### 3.2. Teste de Wilcoxon

Considerando que as séries de dados são pareadas por data e que não possuem a mesma distribuição, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon, para três series de dados agrupadas dois-a-dois, sendo: Carro *flex-fuel* versus Etanol anidro e Carro *flex-fuel* versus Etanol hidratado. Esse teste tem a finalidade de comparar duas amostras independentes, indicando se houve diferença estatística entre elas.

Dessa forma, sendo a variável chave o Carro *flex-fuel*, tem-se as seguintes hipóteses a serem testadas:

$H_0$ : Existe diferença estatística significativa entre as séries de dados.

$H_1$ : Inexiste diferença estatística significativa entre as séries de dados.

O resultado do Teste de Wilcoxon está descrito no Quadro 3, abaixo.

	Carro Flex - Etanol anidro	Carro Flex - Etanol hidratado
Z	-6,093	-6,093
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000

Quadro 3. Teste de Friedman para Carro *flex-fuel*, Etanol anidro e Etanol hidratado.

Fonte: elaboração própria.

Nota: calculado pelo SPSS.

Com a prova estatística realizada, pelo Teste de Wilcoxon, rejeita-se a hipótese  $H_0$ , ou seja, não existe diferença estatística significativa entre as séries de dados de Carro *flex-fuel*, Etanol anidro e Etanol hidratado.

### 3.3. Correlação entre as séries de dados do Carro *flex-fuel*, Etanol anidro e Etanol hidratado

Para verificar a influência da série de dados do Carro *flex-fuel*, Etanol anidro e Etanol hidratado realizou-se uma análise de correlação com os resultados apresentados no Quadro 4, abaixo.

		Carro Flex	Etanol anidro	Etanol hidratado
Carro Flex	Pearson Correlation	1	-,205	-,559**
	Sig. (2-tailed)		,158	,000
	N	49	49	49
Etanol anidro	Pearson Correlation	-,205	1	,721**
	Sig. (2-tailed)	,158		,000
	N	49	49	49
Etanol hidratado	Pearson Correlation	-,559**	,721**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	49	49	49

Quadro 4. Correlação entre Carro *flex-fuel*, Etanol anidro e Etanol hidratado.

Fonte: elaboração própria.

Nota: calculado pelo SPSS.

\*\* Nível de significância da correlação é de 0,01 (bi-caudal).

Através do resultado obtido da correlação, pode-se inferir que o tem forte correlação com o Etanol hidratado, embora tenha correlação com o Etanol anidro também.

### 4. Análise sobre o Carro *flex-fuel*, Etanol anidro e Etanol hidratado

Os resultados dos testes estatísticos demonstraram existir uma correlação entre o Carro *flex-fuel*, o Etanol anidro e o Etanol hidratado. Tal fato traz uma referência na utilização desses tipos de combustíveis no veículo automotor, impedindo que estejam desassociados.

Entretanto, uma análise gráfica demonstra que a quantidade de carros novos do tipo *flex* vendidos no Brasil mantem uma linearidade nos últimos anos, com decréscimo ao longo de 2015 e 2016, muito devido a crise instalada no país, a alta inflação e juros, bem com a perda do poder aquisitivo da população.

Na outra mão, o consumo do Etanol anidro apresenta um leve aumento e do Etanol hidratado teve um aumento significativo. Em média, ambos os tipos de Etanol tiveram um aumento mensal de consumo da ordem de 1,3% de janeiro de 2012 a janeiro de 2016. Já o Carro *flex-fuel* apresentou um crescimento mensal no mesmo período de apenas 0,03%.

O Gráfico 1 ilustra o crescimento de consumo do Etanol e do Carro *flex-fuel*.

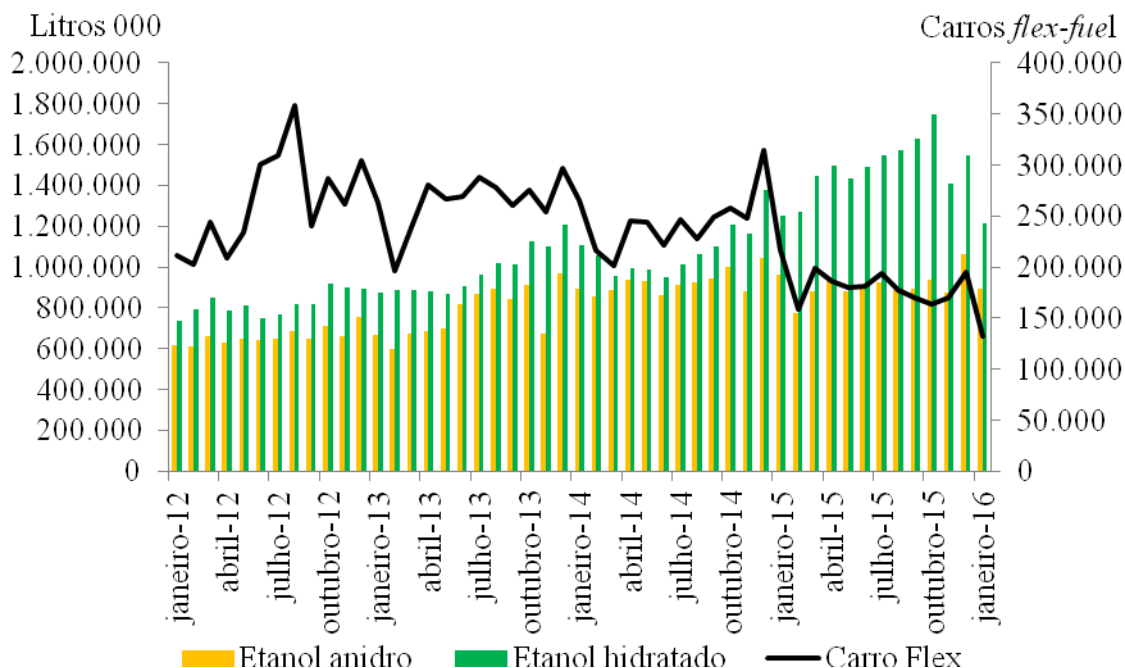


Gráfico 1. Consumo de Etanol anidro, Etanol hidratado e Carro *flex-fuel*.

Fonte: elaboração própria.

Dados: Unica e Anfavea, 2016.

De forma análoga, a volatilidade<sup>1</sup> observada é alta para de Etanol anidro, Etanol hidratado e Carro *flex-fuel*, sendo o último que detém de maior volatilidade no período analisado, com mais de 54% ao ano de variação nas vendas de automóveis novos do tipo *flex*. O Etanol anidro apresentou 38,7% ao ano de volatilidade e o Etanol hidratado, pouco mais de 26,3% ao ano de volatilidade em seu consumo.

Dentro desse contexto, a estatística inferencial utilizada nos testes pode indicar uma possível dependência dos consumos de Etanol anidro e Etanol hidratado nas vendas de Carro *flex-fuel*, em outras palavras, se as vendas de Carro *flex-fuel* influenciam no consumo desses combustíveis.

Com o resultado do teste não paramétrico de Wilcoxon, rejeitando-se a hipótese nula, há a comprovação de que a série de dados utilizados não apresentam diferenças estatísticas significativas. Logo, infere-se que o consumo de Etanol anidro e Etanol hidratado são influenciados pela quantidade de Carro *flex-fuel* vendidos.

Tal fato comprovado vai de encontro ao estudo apresentado por Melo e Sampaio (2014) que apresenta que a demanda dos dois tipos de combustíveis – Gasolina e Etanol – pouco se alterou com a presença dos veículos *flex*. Entretanto, existe diferença de objeto entre o presente trabalho e o estudo de Melo e Sampaio (2014). Enquanto este trabalho analisa somente o consumo dos combustíveis e dos Carros *flex-fuel*, o estudo de Melo e Sampaio (2014) foca no preço como fator determinante da demanda.

Assim, infere-se estatisticamente que o consumo do Etanol está relacionado com as vendas de Carros *flex-fuel* que, por sua vez, estão correlacionados entre si visto que é condição *cinequanon* a utilização de combustíveis nos veículos automotores.

<sup>1</sup> A volatilidade foi calculada como sendo o desvio padrão da taxa de crescimento do consumo do Etanol anidro, Etanol hidratado e Carro *flex-fuel*.

## 5. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo verificar e analisar se a quantidade de Carros novos *flex-fuel* vendidos no Brasil interfere na quantidade consumida de Etanol anidro (analogia à Gasolina C) e Etanol hidratado. Como objeto de estudo buscou-se séries históricas mensais de consumo de Etanol anidro, Etanol hidratado e Carro *flex-fuel* para o período de 01 de janeiro de 2012 até 31 de janeiro de 2016.

O ferramental para se atingir o objetivo estipulado foi baseado em testes estatísticos de cunho não paramétrico. Com o uso da estatística inferencial, pode-se comprovar a hipótese de que as séries de dados do Etanol e do Carro *flex-fuel* não apresentam diferenças estatísticas significativas, ou seja, infere-se que o consumo do Etanol é influenciado pela venda de Carros *flex-fuel*. Adicionalmente, um teste de correlação também indicou a dependência das variáveis Etanol anidro, Etanol hidratado e Carro *flex-fuel* entre si.

Tais análises consideram somente a quantidade de Carros *flex-fuel* vendidos e o consumo do Etanol e não levam em consideração o preço dos combustíveis, fator determinante na hora do abastecimento, como ilustrado nos estudos de Ferreira, Prado e Silveira (2009), Losekann e Castro (2011) e Melo e Sampaio (2014). Entretanto, a presença do Etanol anidro na composição da Gasolina C define que, qualquer que seja o combustível utilizado, seja pela vantagem econômica ou outra apresentada por Oliveira, Costa e Castro (2014), o consumo de combustíveis está ligado às vendas de Carro *flex-fuel*.

Assim, para o período analisado e com base nos resultados dos testes estatísticos efetuados, conclui-se uma dependência do consumo de Etanol em relação as vendas de Carros *flex-fuel*.

## 6. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (Anfavea). **Estatísticas**. 2016. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelasnovos.html>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

FERREIRA, A. L.; PRADO, F. P. A.; SILVEIRA, J. J. Flex cars and the alcohol price., **Energy Economics** v. 31, p. 382-394, 2009.

HAIR, Jr., J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em Administração**, Porto Alegre: Bookman, 2005.

LOSEKANN, L; CASTRO, G. R. Automóveis flex fuel: entendendo a escolha de combustível. Infopetro, Etanol, mar. 2011. Disponível em: <<http://infopetro.wordpress.com/2011/03/21/automoveis-flexfuel-entendendo-a-escolha-de-combustivel/>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

MACEDO, I. C. Situação atual e perspectivas do Etanol. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 21, n. 59, p.157-165, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142007000100012>.

MAISTRO, M. C. M; ASAI, G. A. Álcool Combustível: Do Carro a álcool ao carro Flex. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), 2006. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MELO, A. de S; SAMPAIO, Y. de S. B. Impactos dos Preços da Gasolina e do Etanol sobre a Demanda de Etanol no Brasil. **Rev. econ. contemp.**, Rio de Janeiro , v. 18, n. 1, p. 56-83, abr. 2014 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-98482014000100056&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-98482014000100056&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 05 abr. 2016.

OLIVEIRA, A. K. C; COSTA, J. M. S; CASTRO, L. F. A. GASOLINA X ETANOL: INFLUÊNCIA NOS MOTORES DOS AUTOMÓVEIS FLEX. **RUnPetro-ISSN 2316-6681**, v. 2, n. 2, p. 59-66, 2014.

SOUZA, J. G. de M; POMPERMAYER, F. M. Variações no preço do Etanol em comparação ao preço da Gasolina: uma análise da resposta do consumidor. 2015. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Brasília.

SIEGEL, S. **Estatística Não-Paramétrica: Para as Ciências do Comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill, 2005

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR (Unica). **Consumo de combustíveis**. 2016. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br>>. Acesso em: 04 abr. 2016.