

# DO PROALCOOL AO BICOMBUSTIVEL: A SAGA DE UM SETOR

Fábio Konishi<sup>1</sup>, Paula Meyer Soares<sup>2</sup>, Marcelo Santana Silva<sup>3</sup>,  
Ângela Machado Rocha<sup>4</sup>, Fabio Matos Fernandes<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Faculdade Damásio: Rua da Glória, 195 – São Paulo, SP CEP 01510-001

<sup>2</sup> Universidade de Brasília (UnB): Campus Gama – Asa Norte, Brasília – DF CEP 70910-900

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA): Tv. São José, s/n - Bonfim, Santo Amaro – BA, 44200-000

<sup>4</sup> Universidade Federal da Bahia (UFBA), Avenida Reitor Miguel Calmon, S/N, Vale do Canela, Salvador – BA, 40110-903

<sup>5</sup> Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Rua Silveira Martins, 2555 - Cabula, Salvador – BA, 41150-000

## Resumo

Historicamente o setor sucroenergético sempre esteve presente no processo de crescimento econômico brasileiro desde o período colonial. O marco regulatório de maior impacto surge em meados da década de 1970 com o PROALCOOL, frente a uma crise energética emergente. Desde então o setor passa por períodos de grande expansão com investimentos, incentivos fiscais e em contrapartida por momentos de desinteresse do próprio governo que de certa forma, proporcionou este avanço. Neste sentido o setor sucroenergético sempre ocupou posição de destaque. Segundo a ÚNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar em 2012 o setor gerou uma receita anual de USD 36 bilhões, 1,15 milhões postos de trabalho formais com 401 usinas em todo o país. Representou 15,7 % da matriz energética brasileira. Em termos mundiais, segundo o REN 21 – *Renewables 2015 Global Status Report*, em 2014 o Brasil mantém a segunda colocação com uma produção mundial de 27 bilhões de litros (28%) ficando abaixo dos Estados Unidos da América com 54 bilhões de litros (58%) em um mercado que produziu 94 bilhões de litros. O presente artigo utilizará a metodologia de análise multivariada considerando a produção de etanol no período, de automóveis e de variáveis dependentes, apresentando as considerações e pontos de vulnerabilidade, mesmo com o impulso do segmento automobilístico.

**Palavras-chave:** Etanol; Sucroenergético; Política; Economia.

## Abstract

Historically the sugarcane industry has always been present in the Brazilian economic growth process since the colonial period. The regulatory framework of greatest impact comes in the mid-1970s with the PROALCOOL, compared to an emerging energy crisis. Since then the sector goes through periods of great expansion with investments, tax incentives and on the other hand by moments of disinterest of the government itself that somehow, provided this advance. In this sense the sugarcane industry has always occupied a prominent position. According to UNICA - Industry Union of sugar cane in 2012 the sector generated an annual revenue of USD 36 billion, 1.15 million formal jobs with 401 plants around the country. It represented 15.7% of the Brazilian energy matrix. Globally, according to REN 21 - *Renewables 2015 Global Status Report*, in 2014 Brazil holds the second position with a global production of 27 billion liters (28%) falling below of the United States with 54 billion liters (58 %) in a market that has produced 94 billion liters. This article will use the

multivariate analysis method considering the production of ethanol in the period, automobile and dependent variables, presenting considerations and points of vulnerability, even with the momentum of the automotive sector.

**Keywords:** Ethanol; Sugarcane industry; policy; economy.

## 1. Introdução

Historicamente a cultura de cana-de-açúcar desde o período colonial, sempre esteve presente no processo de desenvolvimento econômico do Brasil, consolidando a posição portuguesa na comercialização de açúcar (PRADO JUNIOR, 1988), tal expertise no cultivo, vem sendo consolidado no decorrer dos anos, projetando o cenário atual uma posição de destaque no cenário internacional, na produção de açúcar e de biocombustíveis – o etanol.

Questões pontuais auxiliaram no processo de desenvolvimento no setor no início da década de 1970, como o os choques do petróleo I e II, o Decreto 76.593, de 14 de novembro de 1975, que institui o PROALCOOL – Programa Nacional do Álcool e ainda programas de incentivo anteriores.

Embora os dados apresentem um substancial crescimento do segmento, questões relacionadas a descontinuidade dos programas de incentivo, investimentos no setor, preços das commodities no mercado internacional, interferiram diretamente nas políticas de gestão no setor. Por outro lado, foram conquistadas uma série de vantagens em termos tecnológicos no processamento, na melhoria genética, no plantio, entre outros que auxiliam na continuidade do programa.

Neste sentido o setor sucroenergético sempre ocupou posição de destaque. Segundo a ÚNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar em 2012 o setor gerou uma receita anual de USD 36 bilhões, 1,15 milhões postos de trabalho formais com 401 usinas em todo o país. Representou 15,7 % da matriz energética brasileira. Em termos mundiais, segundo o REN 21 – *Renewables 2015 Global Status Report*, o Brasil ainda mantém a segunda colocação com uma produção mundial de 27 bilhões de litros (28%) ficando abaixo dos Estados Unidos da América com 54 bilhões de litros (58%) e um mercado que produziu 94 bilhões de litros.

Já segmento automobilístico segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA, o setor fechou 2014 com uma produção de 3,15 milhões de unidades (15,3% inferior ao mesmo período em 2013), uma participação estimada de 18,2 % do PIB e 144.508 empregos formais. Conta com 31 empresas associadas e 64 unidades industriais.

Desta forma o presente artigo fará um estudo correlacionando a produção de automóveis bicombustíveis, a produção de etanol e outras variáveis dependentes, considerando a

evolução do setor. Foi utilizado o modelo de correlação, regressão linear e análise multivariada para validação dos resultados.

O trabalho divide-se em quatro seções. A primeira seção tratara sobre referencial teórico contextualizando sobre o segmento sucroenergético. A segunda parte descrevera a metodologia utilizada para a realização do estudo bem como a descrição do modelo utilizado. Finalmente teceremos as análises e as considerações finais.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. A saga do Segmento Sucroenergético.**

Com o marco regulatório da criação do PROALCOOL em 1975, inicia-se uma nova saga do segmento sucroenergético diante de um cenário de alta dos combustíveis fósseis e da necessidade de equilíbrio da balança comercial. Nesta fase inicial houve um crescimento substancial da produção de etanol passando de 600 milhões litros/ano (safra 1975/76) para 3,4 bilhões de litros/ano (1979/1980).

Em decorrência do segundo choque em 1979, o PROALCOOL tem uma fase de expansão acelerada, onde o governo federal adota medidas de consolidação do programa. Desta forma a produção de etanol atinge o pico de 11,8 bilhões de litros em 1985/86, superando a meta estipulada pelo governo em 15%. Segundo SZMRECSÁNYI (1991) *“nos primeiros dez anos de Próalcool a produção brasileira de álcool aumentou a uma taxa média de 35% ao ano, sem que o setor deixasse de produzir volumosas quantidades de açúcar, tanto para a exportação como para o mercado interno.”* Ressalta-se neste período de crescimento o papel do IAA – Instituto do Açúcar e do Alcool, autarquia criada em 1933, que atuava como agente de regulação do setor sucroalcooleiro, definindo e monitorando a produção, o mix dos produtos derivados de cana-de-açúcar, bem como a política de preço. Além disso, a criação de programas de investimento e incentivo a partir de 1971: Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (Planalçucar); Programa de Racionalização da Indústria Açucareira; e o Programa de Apoio a Indústria Açucareira que substitui o segundo posteriormente.

Este primeiro período que apresenta uma fase de crescimento moderado até o final da década de 1970, segue-se posteriormente com um período de afirmação do segmento e um crescimento acentuado.

A partir 1986 os preços do petróleo tiveram uma queda substancial, passando de USD 30,00 a 40,00 para um nível de USD 12 a 20,00, em contrapartida o Brasil se tornava cada vez

menos dependente das importações do petróleo, decorrente da substituição gradativa da matriz energética pelo álcool combustível. Além disso Shikida (1999) reforça as melhorias de produtividade nas variedades de cana-de-açúcar, as inovações dos motores do ciclo otto, considerando um processo de evolução dos diversos programas de incentivo.

Em decorrência deste cenário há uma queda dos investimentos e subsídios públicos, com uma tendência de afastamento do estado no segmento. Desta forma há um desequilíbrio entre oferta e demanda de etanol no mercado interno, culminando com a necessidade de importação do produto a partir de 1989. Segundo Shikida (1999) tal situação contradiz com os objetivos do programa que é a economia de divisas e a importação do etanol.

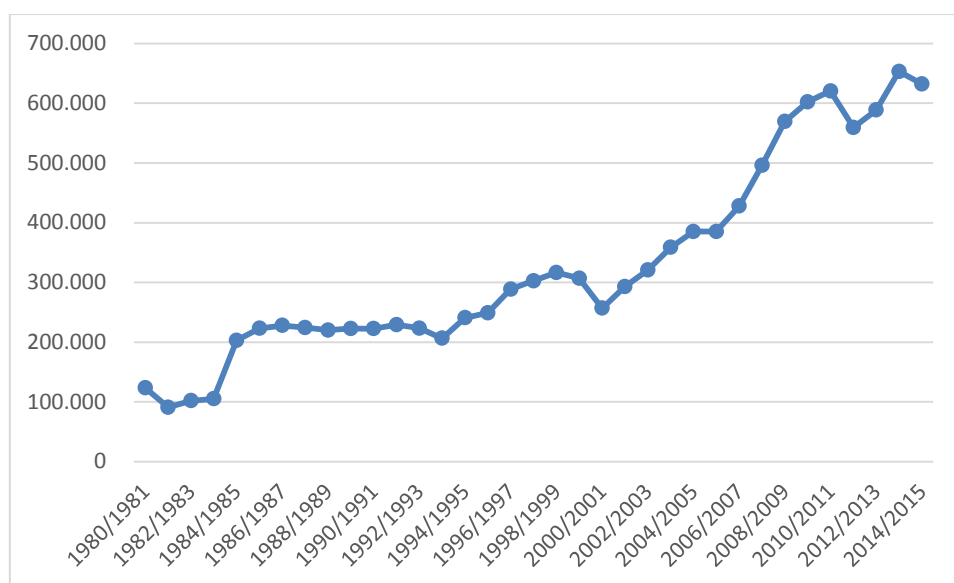
Com a extinção do IAA em março de 1990, a política setorial da agroindústria canavieira do Brasil, de certa forma foi abandonada. Ramos (2008), ressalta que foram adotadas medidas paliativas e de curso prazo, baseadas em interesses imediatos dos agentes econômicos e sociais dependentes do mercado e com influência no setor como usineiros e fornecedores.

O início da década de 1990 é marcada por uma mudança do cenário econômico, de um lado os preços do petróleo em queda tornou o etanol um produto de custo elevado para o governo, uma vez que se criaram muitos incentivos à produção e manutenção do programa, do outro lado estes efeitos iniciaram em 1988 com a escassez de recursos públicos para subsidiar os diversos programas.

Independente de questões regulatórias, houve um crescimento significativo do segmento pautado nas exportações de açúcar e de etanol a partir da safra 1994/95, reforçando o que Ramos (2008) considera como um comportamento de busca imediata de ganhos em quatro dimensões: açúcar e/ou álcool para mercados interno e/ou externo, uma vez que não existe uma regulamentação específica ou uma política de controle e gestão da produção.

Tal política de oportunidade é reforçada com a introdução da tecnologia flex de carros bicombustíveis em 2003. Com uma produção de 24,9 milhões de m<sup>3</sup> de etanol na safra 2003/04, há um crescimento substancial chegando ao pico de 38 milhões de m<sup>3</sup> na safra 2010/11.

**Gráfico 1 – Produção de cana-de-açúcar (mil toneladas)**



Fonte: ÚNICA

## 2.2. O papel do Setor Automobilístico

Com a introdução do carro movido a etanol a partir de 1979, o setor automobilístico passa a ser um ator relevante dentro do segmento sucroenergético, uma vez que a política de investimentos e crescimento está baseada na expansão do transporte rodoviário, como ressalta Shikida (1999). Desta forma o carro a etanol, passa a ser uma alternativa na expansão e continuidade desta política.

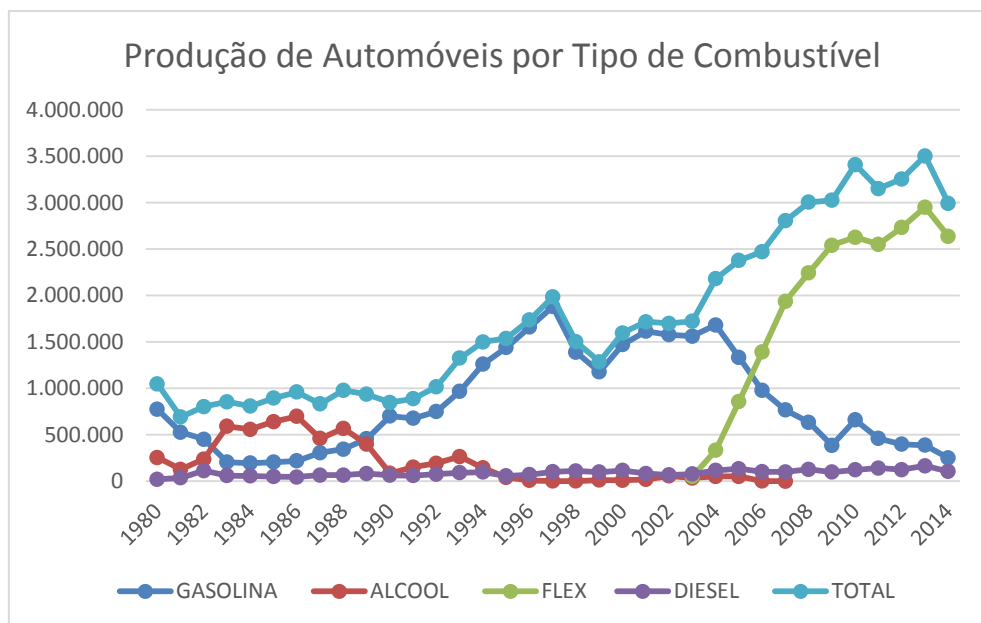
Ao final da década de 1980, segundo dados da ANFAVEA (2015), foram produzidos 4.537.190 unidades movidos a álcool entre automóveis e comerciais leves, chegando-se a 699.183 unidades de veículos a etanol contra e de 219.347 movidos a gasolina em 1986.

Embora houvessem acordos com a indústria automobilística pautado em incentivos fiscais e preços com defasagem de 65% em relação à gasolina aos consumidores finais durante o auge do etanol, com a crise de desabastecimento, a partir de 1989 o diferencial dos preços do etanol hidratado foram reduzidos para 25%, diante desta situação os consumidores de carros movidos a etanol migram para os automóveis a gasolina.

A situação é novamente revertida em março de 2003 com a introdução da tecnologia *flex-fuel* ou de motor bicomcombustível que oferece aos consumidores uma alternativa no momento de abastecimento, considerando a opção do preço do combustível e sem prejuízo de potência do motor. Nigro (2010) reitera a importância da tecnologia brasileira de motores flexíveis, baseada no conceito de não modificação do motor a gasolina original, onde na

primeira geração havia a necessidade de modificações e adaptações para atendimento dos requisitos de emissões sem a preocupação de consumo do etanol.

**Gráfico 2 – Produção de automóveis por tipo de combustível**



Fonte: ANFAVEA

Com esta tecnologia, atualmente a indústria automobilística mantém uma média de 90% das unidades vendidas no segmento de automóveis e comerciais leves.

### 3. Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho tem como proposta a utilização de métodos estatísticos como ferramenta de apoio à interpretação dos dados, que foram coletados em associações de classe como a ANFAVEA, ÚNICA, Institutos de Pesquisa entre outros. Para a composição das análises, foi considerado a periodicidade anual de 1980 a 2014, totalizando 35 observações para cada variável.

Foi utilizado o método de análise multivariada e regressão linear com o software SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences* versão 22.0, utilizado nas pesquisas em ciências sociais aplicadas, sendo amplamente conhecido na academia para desenvolvimento de pesquisas com dados primários e secundários. Segundo Cooper (2003, p. 454), “define-se análise multivariada como uma técnica estatística que focaliza e apresenta destaque a estrutura de relações simultâneas entre três ou mais fenômenos.

No estudo em questão foi utilizada a técnica de regressão linear múltipla que segundo HAIR (2009, p.154) é "uma técnica estatística que pode ser usada para analisar a relação entre uma única variável dependente (critério) e várias variáveis independentes (preditoras)".

A partir da regressão linear múltipla, estabelece-se uma correlação entre as variáveis dependente e as independentes da amostra. Segundo Larson (2010, p. 395), *uma correlação é uma relação entre duas variáveis. Os dados podem ser representados por pares ordenados (x,y), onde x é a variável independente e y é a variável dependente.*

A análise de correlação e de regressão é considerada uma técnica estatística multivariada, uma vez que na sua aplicação utiliza-se de uma relação entre uma variável dependente e mais de uma variável independente, adequando-se ao problema de pesquisa estudado.

#### 4. Análise dos Resultados

Utilizou-se a técnica de regressão e correlação com dados secundários no período de 1980 a 2014 totalizando 35 observações de periodicidade anual para as variáveis tipo de combustível GAS (produção de automóveis a gasolina), ALC (produção de automóveis a álcool), FLEX (produção de automóveis bicombustíveis) e TT\_CAR (produção total de veículos). Considerando ainda as variáveis ACUCAR (produção de açúcar), CANA (produção de cana-de-açúcar), HIDRA (produção de álcool hidratado) e ANIDRO (produção de álcool anidro). No estudo em questão a variável dependente será a TT\_ET (Produção Total de Etanol).

**Tabela 1 – Coeficiente de Correlação e Determinação**

Resumo do modelo				
Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	0,89	0,826	0,811	4,37125

a. Preditores: (Constante), HIDRA, GAS, ANIDRO, ALC, TT\_CAR, ACUCAR, CANA, FLEX

Fonte: SPSS

Elaboração: Autor

A tabela 1 apresenta os coeficientes de correlação  $r = 0,89$  de determinação  $r^2 = 0,826$   $r^2$  ajustado = 811 e de erro padrão de estimação = 4,37125, com todos os valores positivos demonstrando uma associação crescente na produção total de etanol. Destaca-se o valor de

$r^2 = 0,826$  representando que aproximadamente 82% da produção de etanol poderia ser explicada em relação às variáveis independentes.

O valor apresentado aponta uma forte multicolinearidade, que segundo Hair (2009, p.190), *a presença de elevadas correlações (geralmente 0,90 ou maiores) é a primeira indicação de colinearidade substancial. No entanto a falta de valores elevados de correlações não garante a ausência de colinearidade.*

Na tabela 2 há uma forte correlação positiva entre a variável dependente produção total de etanol (TT\_ET) e as variáveis: produção de carros flex (FLEX) 0,912, produção de cana-de-açúcar (CANA) com 0,977, produção de açúcar (ACUCAR) com 0,892, produção total de automóveis (TT\_CAR) com 0,826, produção de etanol anidro (ANIDRO) com 0,824 e produção de etanol hidratado (HIDRA) com 0,909. Demonstrando que houve um crescimento próximo entre as variáveis de estudo.



**Tabela 2 – Matriz de Correlação de Pearson (r) para as Variáveis do Estudo**

		Correlações								
		GAS	ALC	FLEX	TT_CAR	CANA	AÇUCAR	ANIDRO	HIDRA	TT_ET
GAS	Correlação de Pearson	1	-,563**	-,339*	,048	-,064	,049	,164	-,299	-,118
	Sig. (2 extremidades)		,000	,046	,784	,714	,779	,347	,081	,499
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
ALC	Correlação de Pearson	-,563**	1	-,449**	-,648**	-,578**	-,660**	-,657**	-,305	-,520**
	Sig. (2 extremidades)	,000		,007	,000	,000	,000	,000	,075	,001
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
FLEX	Correlação de Pearson	-,339*	-,449**	1	,917**	,927**	,893**	,780**	,808**	,912**
	Sig. (2 extremidades)	,046	,007		,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
TT_CAR	Correlação de Pearson	,048	-,648**	,917**	1	,962**	,968**	,901**	,739**	,926**
	Sig. (2 extremidades)	,784	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
CANA	Correlação de Pearson	-,064	-,578**	,927**	,962**	1	,954**	,888**	,826**	,977**
	Sig. (2 extremidades)	,714	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
AÇUCAR	Correlação de Pearson	,049	-,660**	,893**	,968**	,954**	1	,946**	,654**	,892**
	Sig. (2 extremidades)	,779	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
ANIDRO	Correlação de Pearson	,164	-,657**	,780**	,901**	,888**	,946**	1	,512**	,824**
	Sig. (2 extremidades)	,347	,000	,000	,000	,000	,000		,002	,000
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
HIDRA	Correlação de Pearson	-,299	-,305	,808**	,739**	,826**	,654**	,512**	1	,909**
	Sig. (2 extremidades)	,081	,075	,000	,000	,000	,000	,002		,000
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
TT_ET	Correlação de Pearson	-,118	-,520**	,912**	,926**	,977**	,892**	,824**	,909**	1
	Sig. (2 extremidades)	,499	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

## 5. Considerações Finais

O modelo aplicado apresentou uma forte correlação entre as variáveis produção de etanol e produção de automóveis flexíveis, consolidando a tecnologia empregada e o aumento da produção nos respectivos setores. Em contrapartida os modelos exclusivamente a gasolina apresentam uma correlação negativa e constantes quedas na produção.

Entre altos e baixos na gestão de políticas públicas no segmento sucroenergético, podemos considerar, que de maneira geral há um crescimento acentuado até a crise de desabastecimento no início dos anos 90 com uma retomada de crescimento e mais uma queda no início dos anos 2000.

A retomada do crescimento no segmento sucroenergético reinicia com a introdução da tecnologia flex a partir de 2003, e uma posterior queda da produção nas safras 2011/12 para a safra de 2012/13, acompanhada da queda de produção de unidades fabricadas no segmento automobilístico.

É importante considerar que as variáveis estudadas, não consegue explicar todas as possíveis causas de crescimento ou retração no segmento estudado tais como, preço das commodities no mercado internacional como açúcar e o etanol, bem como os preços do petróleo, que tem forte influência no segmento sucroenergético. Além disso a própria política governamental em relação ao setor que apresenta uma relação de conturbada e de interesse momentânea.

A discussão é ampla e podendo gerar resultados diferenciados se associado com outras variáveis e mesmo levando-se em consideração algumas perspectivas, considerando o etanol como uma fonte de energia renovável e a possibilidade de expansão do setor, seja para a produção ou pela transferência de tecnologia, *know-how* adquirido pelo país ao longo dos últimos quarenta anos de programa.

O tema é abrangente possibilitando trabalhos futuros diante da perspectiva de crescimento do setor sucroenergético. E por essa magnitude o presente trabalho não se finda nestas considerações, outros estudos poderão ser desenvolvidos e novas contribuições poderão ser apresentadas no contexto em análise.

## Referencias

ANFAVEA. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística**. São Paulo: ANFAVEA, 2015. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>> Acesso em: 21.09.2015.

CHAGAS, A. L. S. **Economia de Baixo Carbono: Avaliação de Impactos de Restrições e Perspectivas Tecnológicas**. USP/FEA-RP: Ribeirão Preto, 2012.

COOPER, Donald R., SCHINDLER, Pamela. S. **Métodos de pesquisa em Administração**. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

LARSOM, Ron; FARBER, Betsy. **Estatística Aplicada**. 4ª ed. São Paulo: Pearson, 2010.

NIGRO, Francisco; SZWARC, Alfred. **O Etanol como Combustível** in: SOUSA, Eduardo L. Leão de; MACEDO, Isaias de Carvalho (org.). **Etanol e Bioeletricidade: A Cana-de-Açúcar no Futuro da Matriz Energética**. São Paulo: ÚNICA, 2010.

PRADO JUNIOR, C. **Formação Econômica do Brasil**. Brasília: Brasiliense, 1998.

RAMOS, P. **A Evolução da Agroindústria Canvieira e os Mercados de Açúcar e Álcool Carburante no Brasil: A Necessidade de Planejamento e Controle.** In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.

REN21 – *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.* **Renewables Global Status Report 2015.** Paris: 2015. Disponível em: <<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>> Acesso em: 21.09.2015.

SZMRECSÁNYI, T.; MOREIRA, E. P. **O Desenvolvimento da Agroindústria Canvieira do Brasil desde a Segunda Guerra Mundial.** Revista Estudos Avançados/USP. São Paulo: v.11, n.5, p.57- 80, jan-abr, 1991. SCIELO

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. **Evolução da Agroindústria Canvieira Brasileira de 1975 a 1995.** Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Economia: FGV, 1999.

ÚNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Sugarcane Industry in Brazil, 2013.** Disponível em: <http://www.unica.com.br>. Acesso em 23 de abril de 2015.