



## **ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA DA VARIAÇÃO DO PREÇO DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Antonio Sérgio Torres Penedo**

Universidade Federal de São Carlos  
Departamento de Engenharia de Produção  
penedo@usp.br

**Antônio Carlos Pacagnella Júnior**

Universidade Federal de São Carlos  
Departamento de Engenharia de Produção  
acpjr@usp.br

**Marcio Mattos Borges de Oliveira**

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto  
mmattos@usp.br

### **Resumo**

A busca por uma posição no mercado competitivo do mundo atual envolve mudanças nas cadeias produtivas do *agribusiness* mundial, por isso o desenvolvimento de projetos de comercialização de produtos oriundos do agronegócios demanda conhecimentos precisos das suas principais características, especialmente, do seu comportamento comercial visando resultados mais realistas capazes de uma avaliação mais segura do seu funcionamento. Dentro deste contexto, a proposta deste trabalho é analisar a influência dos preços do contrato futuro de açúcar bruto nº11 da Csce/Nybot, taxa de câmbio comercial, barril de petróleo WTI Spot (mercado norte-americano), Europe Brent Spot (mercado europeu) e do período de entressafra nos preços do álcool anidro combustível no Estado de São Paulo. A técnica utilizada neste trabalho foi a regressão linear múltipla podendo ser definida como uma técnica estatística multivariada que deve ser utilizada quando o objetivo do pesquisador é analisar os efeitos de variáveis independentes sobre uma variável dependente.

**Palavras-chave:** Alcool combustível, Variação de preço, Regressão linear múltipla



## 1. INTRODUÇÃO

As exigências de maior capacidade de trabalho e a crescente competição nos diferentes setores da economia mundial demandam um grande profissionalismo. A busca por uma posição no mercado competitivo do mundo atual envolve mudanças nas cadeias produtivas do agribusiness mundial, assim como no segmento de agronegócios. Para os países latinos americanos a produção e exportação de produtos agrícolas são de grande importância no equilíbrio de suas contas comerciais. Assim, conhecer o comportamento comercial mundial desses produtos é necessário para o desenvolvimento de projetos de comercialização.

O desenvolvimento de projetos de comercialização desses produtos demanda conhecimentos precisos das suas principais características, especialmente, do seu comportamento comercial mundial visando resultados mais realistas capazes de uma avaliação mais segura do seu funcionamento.

A técnica de pesquisa utilizada neste trabalho para analisar o comportamento do Álcool Anidro Combustível foi a regressão linear múltipla, que segundo Hair et alii (1998) pode ser definida como uma técnica estatística multivariada que deve ser utilizada quando o objetivo do pesquisador é analisar os efeitos de variáveis independentes, que também podem ser chamadas de preditoras ou de variáveis explicativas, sobre uma variável dependente, chamada de variável de resposta.

Como a participação do Brasil no mercado internacional de açúcar é elevada, aproximadamente 40% das exportações mundiais são nacionais, Silveira (2004) analisou o impacto da produção brasileira de açúcar (potencial de exportação dessa commodity) sobre a formação do preço no mercado internacional. O autor utilizou as cotações da Csce/Nybot na análise da influência da produção brasileira sobre os preços internacionais, considerando-se que esta bolsa é a maior referência para o mercado de açúcar e a que tem maior liquidez. Assim, baseado no trabalho de Silveira (2004), foi escolhido as variáveis contrato futuro de açúcar bruto nº11 da Csce/Nybot e a taxa de câmbio comercial como influenciadoras nos preços do Álcool Anidro Combustível no Estado de São Paulo.



Como o álcool anidro e a gasolina são utilizados em nosso país como combustível e sendo uma parcela de álcool adicionada à gasolina, é esperado que os seus valores sejam relacionados entre si. Assim, como o álcool é obtido através da cana-de-açúcar e a gasolina do petróleo, este trabalho utilizou-se das variáveis preços do barril de petróleo WTI Spot (mercado norte-americano) e Europe Brent Spot (mercado europeu) como variáveis que influenciam nos preços do Álcool Anidro Combustível no Estado de São Paulo.

Devido ao fato do Brasil ser responsável por cerca de 40% das exportações mundiais de açúcar e o álcool anidro ser advindo no país, em sua maior parte, da mesma matéria-prima, os preços do açúcar cristal acondicionado em sacas de 50 kg negociado no mercado à vista do Estado de São Paulo destinado ao mercado interno foi escolhido como uma outra variável de influência nos preços do Álcool Anidro Combustível.

A escolha do Estado de São Paulo como região de análise de influência de algumas variáveis nos preços do Álcool Anidro Combustível justifica-se pelo fato do estado ser o responsável por aproximadamente 60% da produção de açúcar e álcool nacional.

Dessa maneira, o principal objetivo deste trabalho é analisar os fatores que contribuem para explicar a variação do preço do Álcool Anidro Combustível no Estado de São Paulo. E para atingir este objetivo geral são propostos os seguintes objetivos específicos:

- Verificar se o preço do açúcar contribui significativamente para explicar o preço do Álcool combustível;
- Verificar se a cotação do dólar contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;
- Verificar se a cotação do barril do petróleo WTI contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;
- Verificar se a cotação do barril do petróleo Brent contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;



- Verificar se o período de entressafra contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível.

## 2. O SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL

A cana-de-açúcar, matéria-prima básica para a produção do açúcar e álcool, tem ocupado importante posição na agricultura brasileira ao longo das duas últimas décadas. Essa posição é expressa, de acordo com a UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, pelo volume de 359,3 milhões de toneladas de cana, 14,8 milhões de metros cúbicos de álcool e 24,9 milhões de toneladas de açúcar. O volume de cana-de-açúcar, álcool e açúcar produzido pelo país, pode ser visto na tabela 01.

**Tabela 01: Volume de cana-de-açúcar, álcool e açúcar produzido pelo país**

Safra	Cana-de-açúcar (toneladas)	Álcool (m <sup>3</sup> )	Açúcar (toneladas)
1990/1991	222.429.160	11.515.151	7.365.344
1991/1992	229.222.243	12.716.180	8.604.321
1992/1993	223.382.793	11.694.758	9.318.490
1993/1994	218.336.005	11.284.726	9.332.896
1994/1995	240.712.907	12.685.111	11.703.315
1995/1996	251.827.212	12.589.765	12.653.029
1996/1997	287.809.852	14.372.351	13.659.380
1997/1998	303.057.415	15.399.449	14.880.691
1998/1999	314.922.522	13.868.578	17.942.109
1999/2000	306.965.623	13.021.804	19.387.515
2000/2001	257.622.017	10.593.035	16.248.705
2001/2002	293.050.543	11.536.034	19.218.011
2002/2003	320.650.076	12.623.225	22.567.260
2003/2004	359.315.559	14.808.705	24.925.793

Fonte: UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (2005)

Nota-se que de 1990 à 2003, a produção de cana-de-açúcar passou de 222,4 milhões de toneladas na safra 1990/1991 para 359,3 milhões de toneladas na safra 2003/2004. No que se refere à produção de álcool, o Brasil passou de 11,5 milhões de metros cúbicos na safra 1990/1991 à 14,8 milhões de metros cúbicos na safra 2003/2004. A produção de açúcar passou de 7,3 milhões de toneladas na safra 1990/1991 para 24,9 milhões de toneladas na safra 2003/2004.

As principais regiões produtoras de açúcar e álcool do país são a região Centro-Sul com safra de maio à dezembro e a região Norte-Nordeste com safra de setembro à março. A região Centro-Sul é composta pelos estados: Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. A região Norte-Nordeste é composta pelos estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Tocantins.

A existência de duas regiões produtoras de cana-de-açúcar, álcool e açúcar, permite que no Brasil o abastecimento de açúcar e álcool ocorra durante o ano todo, já que os períodos de safra entre as regiões são diferentes.

A produção regional de cana-de-açúcar, açúcar e álcool pode ser vista na tabela 02.

**Tabela 02: Produção regional de cana-de-açúcar, açúcar e álcool**

Safra	Norte-Nordeste			Centro-Sul		
	Cana-de-açúcar (toneladas)	Açúcar (toneladas)	Álcool (m <sup>3</sup> )	Cana-de-açúcar (toneladas)	Açúcar (toneladas)	Álcool (m <sup>3</sup> )
1990/1991	52.234.501	2.856.517	1.807.301	170.194.659	4.508.828	9.707.850
1991/1992	50.191.326	2.769.632	1.748.879	179.030.917	5.834.689	10.967.301
1992/1993	47.164.430	3.130.068	1.630.565	176.218.363	6.188.421	10.064.193
1993/1994	34.421.824	2.265.206	912.914	183.914.181	7.067.690	10.371.812
1994/1995	44.629.258	3.211.477	1.549.613	196.083.649	8.491.838	11.135.498
1995/1996	47.413.177	3.337.574	1.734.219	204.414.035	9.315.455	10.855.546
1996/1997	56.205.772	3.184.842	2.266.093	231.604.080	10.474.538	12.106.258
1997/1998	54.281.977	3.526.216	2.144.936	248.775.438	11.354.475	13.254.513



1998/1999	45.141.192	2.781.830	1.631.216	269.781.330	15.160.279	12.237.362
1999/2000	43.016.724	2.487.333	1.368.092	263.948.899	16.900.182	11.653.712
2000/2001	50.522.960	3.612.764	1.528.671	207.099.057	12.635.941	9.064.364
2001/2002	48.832.459	3.245.849	1.359.744	244.218.084	15.972.162	10.176.290
2002/2003	50.243.383	3.789.205	1.471.141	270.406.693	18.778.055	11.152.084
2003/2004	60.194.968	4.505.316	1.740.068	299.120.591	20.420.477	13.068.637

**Fonte: UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (2005)**

De acordo com a tabela de produção regional, observa-se que na safra 2003/2004, a produção de cana-de-açúcar da região Centro-Sul representou cerca de 83% do total produzido no País, sendo o estado de São Paulo o responsável por 57% da produção nacional. Esse estado é também o principal responsável pelas produções de açúcar e álcool com 60% e 59%, respectivamente, da produção nacional.

Nota-se que existe uma tendência de concentração da produção canavieira na região Centro-Sul. A região, na safra 1990/1991, foi responsável por 76% da cana-de-açúcar, 61% do açúcar e 84% do álcool produzidos no Brasil. Na safra 2003/2004, passou a ser responsável por 83% da cana-de-açúcar, 81% do açúcar e 88% do álcool produzidos no Brasil.

Devido a importância da região Centro-Sul, mais especificamente o Estado de São Paulo, em termos de participação na produção total do setor sucroalcooleiro, esta é a região considerada a área de estudo dessa pesquisa.

## **2.1. O DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO CANAVIEIRO BRASILEIRO**

A atividade canavieira, de acordo com Ramos e Belik (1989), foi introduzida no nordeste brasileiro e foi destaque na produção brasileira durante quatro séculos devido sua proximidade ao mercado europeu e suas condições climáticas. Entre os séculos XVIII e XIX, teve início a produção de açúcar e aguardente na região Centro-Sul do país, mais especificamente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Mas a produção



na região Centro-Sul começou a ter destaque a partir de 1930, devido a uma redução da demanda externa e a crise mundial de 1929. Nesse cenário, foi iniciado em 1933 a intervenção estatal no setor com a criação do Instituto de Açúcar e Alcool (IAA) com o intuito de promover o planejamento e controle da produção adequando à demanda externa e interna (BELIK et al., 1998).

No transcorrer da II Guerra Mundial, ocorreu a transferência do eixo de produção canavieiro e açucareiro da região nordeste para região Centro-Sul. Essa mudança intensificou-se principalmente no sudeste onde concentrava-se o maior mercado interno consumidor do país. A interferência estatal continuou sendo uma característica do setor com mecanismos de controle de preços, garantia de mercado, controle de entrada de novas unidades produtoras, controle da exportação e restrições ao capital estrangeiro. Visando o controle de mercado, a concentração e o desenvolvimento do complexo agroindustrial, foi criado em 1941 o Estatuto da Lavoura Canavieira, em 1966 o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar, em 1971 o Programa de Racionalização da Agroindústria Açucareira e em 1975 o Programa Nacional do Alcool – Proálcool (PINAZZA e ALEMANDRO, 2000).

Com a criação do Proálcool, ocorreu um fortalecimento das regiões e estados com tradição nesse segmento com uma posterior distribuição em estados com razoável infra-estrutura mas sem tradição alcooleira. Em 1990 é extinto o Instituto de Açúcar e Alcool e no início desta década o preço do açúcar deixa de ser tabelado. A partir de 1994 as exportações do açúcar são liberadas, em 1997 o álcool anidro deixa de ser tabelado; em 1998 libera o preço da cana-de-açúcar e em 1999 o preço do álcool hidratado.

Diante desses fatores, ocorre uma mudança no controle na produção e comercialização dos produtos oriundos da agroindústria canavieira. Estas deixam de ser orientadas pelo governo e a passam a fazerem parte da administração privada. Assim, as empresas deixam de serem dependentes do Estado e se tornam responsável à distribuição, controle e colocação de seus produtos canavieiros (açúcar e álcool) no mercado. Diante disso, os produtores passam a

conduzir suas ações de acordo com os sinais emitidos por preços administrados em mercados livres e competitivos (ALVES, 2002).

## 2.2. SETOR AÇUCAREIRO NACIONAL E MUNDIAL

O açúcar produzido mundialmente pode ser oriundo da cana-de-açúcar, beterraba ou milho diferenciando apenas no processo de produção. No Brasil, o setor sucroalcooleiro tem grande destaque pelo fato de ser o maior produtor e exportador mundial. No período de 1999 à 2005, ocorreu um crescimento de 0,8% a.a. na produção de açúcar. No mesmo período, as exportações mundiais cresceram à uma taxa de 2% a.a., enquanto que as exportações brasileira cresceu num ritmo de 9,9% a.a. Dessa maneira, a participação do Brasil nas exportações de açúcar cresceu de 27,23% para 39,58% na safra de 1999 à 2005, conforme observa-se na tabela 03.

**Tabela 03 - Produção, exportação mundial e nacional de açúcar**

Safra	Produção Mundial (Toneladas)	Exportação Mundial (Toneladas)	Exportação Brasileira (Toneladas)	Porcentual Exportado pelo Brasil
1999/2000	136.435.000	41.503.000	11.300.000	27,23
2000/2001	130.662.000	37.699.000	7.700.000	20,42
2001/2002	134.386.000	41.179.000	11.600.000	28,17
2002/2003	148.874.000	45.828.000	14.000.000	30,55
2003/2004	141.732.000	45.595.000	15.240.000	33,42
2004/2005	141.687.000	45.727.000	18.100.000	39,58
Taxa Cresc. a.a.	0,8%	2,0%	9,9%	-

**Fonte: USDA – United States Department of Agriculture (2005)**



O desempenho do setor sucroalcooleiro em relação aos outros países deve-se a vários fatores dentre eles: o elevado teor de fibra, que lhe confere independência em relação à energia externa; a cana-de-açúcar apresentar, em termos energéticos, claras vantagens competitivas na comparação com outras culturas. Especificamente na região Centro-Sul, a produção teve nos últimos anos significativa evolução. Com o desenvolvimento de novas variedades, cada vez mais adaptadas ao clima, tipo de solo e mais resistentes a pragas; uso de insumos modernos; melhoria do sistema de transporte e mecanização da lavoura; melhores processos de planejamento e controle; melhoria na extração do caldo e diminuição de perdas no processo; menor uso de produtos químicos no processo industrial de fabricação de açúcar e álcool; inovações no processo de produção de açúcar e álcool; gerenciamento da produção e co-geração de energia elétrica, a produtividade agroindustrial sucroalcooleira se destacou perante os outros países (CARVALHO, 2000).

Outra grande importância da agroindústria canavieira, pode ser notada no contingente de pessoas que empregam, mais de 1 milhão de brasileiros. No país cerca de 80% da cana colhida é cortada à mão precedido da queima da palha da planta, o que torna o trabalho mais seguro e rentável para o trabalhador. No Estado de São Paulo, onde 25% da área plantada é colhida por máquinas, a legislação estipula prazos para que o fogo deixe de ser usado no manejo da cana. Assim, a evolução tecnológica é, portanto, gradativa, exigindo o desenvolvimento de políticas realistas de reciclagem e reaproveitamento de mão-de-obra e o monitoramento de impactos ambientais.

No Brasil, de acordo com Carvalho (2000), o álcool hidratado é o combustível de cerca de 3 milhões de veículos; já o álcool anidro misturado na gasolina é o combustível de cerca de 17 milhões de veículos. O álcool é utilizado de forma intensiva na indústria de bebidas, nos setores químico, farmacêutico e de limpeza (MARJOTTA-MAISTRO; BURNQUIST, 1998).



### **3. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

A metodologia consiste dos meios pelos quais um trabalho científico busca atingir seus objetivos, dentro deste contexto torna-se fundamental a classificação da pesquisa realizada, pois segundo Gil (2004), isto ajuda a estabelecer um marco teórico possibilitando uma aproximação conceitual com o objeto de estudo.

Assim, o presente trabalho pode ser considerado de caráter quantitativo com a utilização de dados secundários. As séries de preços do Açúcar Cristal e do Álcool Anidro Combustível, utilizada no estudo é a aferida pelo CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. A série de preços do contrato futuro de açúcar bruto nº11 da Csc/Nybot utilizada foi obtida junto à bolsa de futuro New York Board of Trade (Nybot). A série da taxa de câmbio comercial foi obtida junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). As séries do barril de petróleo WTI Spot e Europe Brent Spot foram obtidas junto ao United States Department of Agriculture (USDA).

#### **3.1. TÉCNICA DE PESQUISA**

A técnica de pesquisa utilizada neste trabalho foi a regressão linear múltipla, que segundo Hair et alii (1995) pode ser definida como uma técnica estatística multivariada que deve ser utilizada quando o objetivo do pesquisador é analisar os efeitos de variáveis independentes, que também podem ser chamadas de preditoras ou de variáveis explicativas, sobre uma variável dependente, chamada de variável de resposta.

Corroborando este conceito, Johnson e Wichern (1988) afirmam que o objetivo desta técnica é desenvolver uma equação que permita ao pesquisador prever ou explicar a variável de resposta, tomando valores fornecidos para as variáveis independentes, podendo se obter como modelo de regressão a seguinte equação:



$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \dots + \beta_nx_n + \varepsilon \quad \text{Equação 01}$$

Onde  $y$  é a variável independente,  $x_1 \dots x_n$  são as variáveis dependentes,  $\varepsilon$  corresponde ao termo de erro e  $\beta_0 \dots \beta_n$  são os coeficientes de regressão associados as variáveis independentes, que podem ser interpretados como a contribuição de cada variável independente para explicar a variável dependente.

De acordo com Greene (1993) a técnica de regressão linear múltipla exige que sejam feitas algumas suposições, que são descritas abaixo:

- Linearidade: as relações entre as variáveis preditoras e as variáveis de resposta são lineares;
- $E[\varepsilon, X_i] = 0$ ,  $X$  não estocástico: o erro não é correlacionado com as variáveis preditoras;
- $E[\varepsilon] = 0$ , o valor esperado do residuo é zero;

Segundo Maddala (1992) a técnica em questão é adequada quando o pesquisador busca explicar uma variável dependente métrica, entretanto, as variáveis dependentes que compõem o modelo de regressão podem ser métricas ou binárias (também chamadas de “dummies”), que assumem valor igual a zero quando o efeito da variável não está presente e valor igual a um quando este efeito está presente.

Um outro ponto importante referente à técnica de regressão linear múltipla é a acuracidade do modelo de regressão, que pode ser aferida, de acordo com Maddala (1992) utilizando-se o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) que pode ser definido como a proporção da variância da variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes. O valor deste coeficiente pode variar entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior o poder explicativo do modelo de regressão.

### 3.2. VARIÁVEIS DE PESQUISA

O presente trabalho pode ser considerado de caráter quantitativo com a utilização de dados secundários. As séries de preços do Açúcar Cristal e do Álcool Anidro Combustível, utilizada no estudo é a aferida pelo CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. A série de preços do contrato futuro de açúcar bruto nº11 da Csce/Nybot utilizada foi obtida junto à bolsa de futuro New York Board of Trade (Nybot). A série da taxa de câmbio comercial foi obtida junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). As séries do barril de petróleo WTI Spot e Europe Brent Spot foram obtidas junto ao United States Department of Agriculture (USDA). A variável entressafra (ENSAFRA) foi considerada uma variável binária que assume valor 1 se o período é de entressafra (dezembro a março) ou 0 se o período é de safra (abril a novembro)

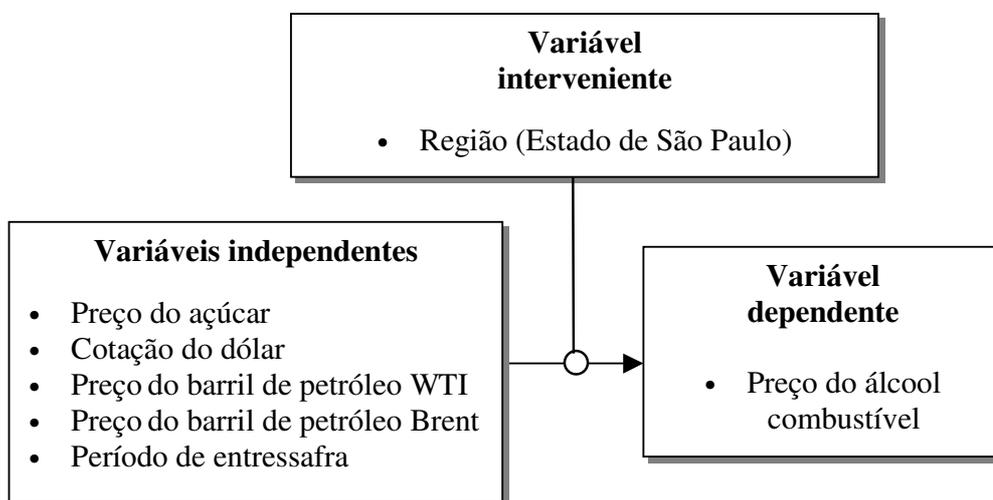
Inicialmente foram coletados os dados para a pesquisa via internet com periodicidade semanal. A utilização de dados semanais justifica-se por permitir a rápida transmissão entre os valores envolvidos no trabalho, o que poderia não ocorrer se os valores fossem mensais. Os dados do presente trabalho correspondem ao período entre 04/07/2000 e 30/12/2004, totalizam 235 semanas. As fontes de coleta de dados utilizada neste trabalho pode ser vista na tabela 04.

**Tabela 04: Fonte da coleta de dados**

Variável	Tipo	Fonte de coleta
Álcool Anidro Combustível no Estado de São Paulo	Dependente	<a href="http://www.cepea.esalq.usp.br">www.cepea.esalq.usp.br</a>
Açúcar cristal acondicionado em sacas de 50 kg negociado no mercado à vista do Estado de São Paulo destinado ao mercado interno	Interveniente	<a href="http://www.cepea.esalq.usp.br">www.cepea.esalq.usp.br</a>
Barril de petróleo WTI Spot (mercado norte-americano)	Independente	<a href="http://www.usda.gov">www.usda.gov</a>
Barril de petróleo Europe Brent Spot (mercado europeu)	Independente	<a href="http://www.usda.gov">www.usda.gov</a>
Contrato futuro de açúcar bruto nº11 da	Independente	<a href="http://www.nybot.com">www.nybot.com</a>

Csce/Nybot		
Taxa de câmbio comercial	Independente	www.ipeadata.gov.br

Para Malhotra (2001), um modelo é um conjunto de variáveis e seus inter-relacionamentos, concebido para representar de maneira completa ou parcial um sistema ou um processo real. Desta forma, a figura a seguir ilustra o modelo de pesquisa na forma gráfica:



**Figura 01:** Modelo de pesquisa na forma gráfica

### 3.3. HIPÓTESES DE PESQUISA

Baseando-se nos objetivos específicos propostos neste artigo foram propostas as seguintes hipóteses de pesquisa:

**H<sub>1</sub>:** O preço do açúcar contribui significativamente para explicar o preço do Álcool combustível;

**H<sub>2</sub>:** A cotação do dólar contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;

**H<sub>3</sub>:** A cotação do barril do petróleo WTI contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;

**H<sub>4</sub>:** A cotação do barril do petróleo Brent contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;

**H<sub>5</sub>:** O período de entressafra contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos por meio do uso da técnica de regressão linear múltipla com o modelo utilizado podem ser observados na tabela exibida abaixo:

**Tabela 05: Resultados encontrados para a variável dependente preço do álcool anidro combustível PREÇOAL**

Variáveis Explicativas	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		Significância
	B	Std. Error	Beta	t	
(Constant)	0,2284	0,0358		6,3857	0,0000
AÇUCAR	<b>0,1920</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,8524</b>	<b>18,6780</b>	<b>0,0000**</b>
CAMBIO	<b>0,8071</b>	<b>0,0130</b>	<b>0,2780</b>	<b>6,2239</b>	<b>0,0000**</b>
WTIPRICE	<b>0,1233</b>	<b>0,0047</b>	<b>0,6046</b>	<b>2,6530</b>	<b>0,0085**</b>
BRENTP	-0,081	0,0051	-0,3613	-1,5800	0,1155
ENSAFRA	<b>0,2484</b>	<b>0,0118</b>	<b>0,0839</b>	<b>2,1084</b>	<b>0,0361*</b>
* Significante a 5%			<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>
** Significante a 1%			0,8378	0,7018	0,6953
Variável dependente: PREÇOAL			<b>Erro padrão</b>		0,0804

Ao se observar o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) encontrado, é possível perceber que o modelo possui um alto poder explicativo para a variável dependente em questão (preço do álcool), pois sob este aspecto Hair et alii (1995) afirma que modelos de regressão com coeficientes  $R^2$  acima de 0,6 são considerados de alta acuracidade.



Isto significa que as variáveis preditoras conseguem explicar aproximadamente 70% da variância da encontrada para a variável relativa ao preço do Álcool combustível (PREÇOAL), o que indica que o modelo de pesquisa foi corretamente especificado.

Com relação as variáveis com significância estatística para explicar a variação do preço do Álcool combustível no período considerado pela pesquisa, observa-se que o preço do açúcar (AÇUCAR) é estatisticamente significativa a 1% assim como assim como a taxa de câmbio (CAMBIO) e o preço do barril de petróleo WTI (WTIPRICE), além do período de entressafra (ENSAFRA) que é estatisticamente significativa a 5%.

Assim, observando-se a significância estatística das variáveis é possível verificar as hipóteses de pesquisa:

**H<sub>1</sub>:** preço do açúcar contribui significativamente para explicar o preço do Álcool combustível;

**Resultado:** Hipótese aceita.

A hipótese 1 foi confirmada mostrando que o preço do açúcar contribui significativamente para explicar o preço do álcool combustível, sendo que, como pode ser observado na tabela 1, um aumento incremental no preço do açúcar aumenta o preço do álcool em 0,1920 unidades. Isso provavelmente se deve ao fato de se tratarem de produtos relacionados, que utilizam a mesma matéria prima, sendo assim quando o açúcar se valoriza os produtores sentem-se atraídos em produzir mais açúcar o que acaba causando como reflexo um aumento no preço do Álcool combustível.

**H<sub>2</sub>:** A cotação do dólar contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;

**Resultado:** Hipótese aceita.

A hipótese 2 também foi confirmada pelos resultados encontrados que mostram que a cotação do dólar também contribui para explicar a variação de preço do Álcool combustível, sendo que o aumento de uma unidade na cotação do dólar (variável CAMBIO), impacta o preço do Álcool em 0,8071 unidades o preço do Álcool, o que pode

ser explicado pelo aumento em reais na gasolina, produto substituto do álcool, quando o dólar se valoriza em relação ao real, além de tornar o mercado externo mais atraente para os produtores, embora a quantidade de álcool exportado ainda seja pequena.

**H<sub>3</sub>:** A cotação do barril do petróleo WTI contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;

**Resultado:** Hipótese aceita.

De acordo com os resultados encontrados a cotação do Barril WTI também contribui significativamente para explicar a variação de preço do Álcool combustível, permitindo aceitar a hipótese 3. Observando-se a tabela 1 é possível perceber que a esta variável independente (WTIPRICE) também impacta positivamente o preço do Álcool, sendo que um incremento nesta variável causa um aumento de 0,1233 unidades na variável dependente em questão. Isto se explica pelo fato de o petróleo ser a matéria prima da gasolina que é produto substituto do Álcool como citado previamente, assim, quando a cotação do petróleo aumenta o preço da gasolina tende a subir tornando o Álcool mais caro também. Isso ocorre porque no Brasil a gasolina e o álcool são utilizados como combustível do mesmo tipo de veículo.

**H<sub>4</sub>:** A cotação do barril do petróleo Brent contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível;

**Resultado:** Hipótese não aceita.

De acordo com os resultados obtidos pela técnica de regressão a hipótese 4 não pôde ser aceita, o que não significa que ela esteja errada, ou seja, que a cotação do barril de petróleo Brent não cause impacto no preço do álcool combustível, porém, estatisticamente esta afirmação não pôde ser confirmada por este trabalho.

**H<sub>5</sub>:** O período de entressafra contribui significativamente para explicar preço do Álcool combustível.

**Resultado:** Hipótese aceita.

A última hipótese proposta neste trabalho (hipótese 5) também pode ser aceita devido aos resultados encontrados. Por meio de análise da tabela 1 é possível perceber que o período



de entressafra causa um aumento de 0,2484 unidades no preço do álcool combustível, o que se explica pela menor quantidade do combustível ofertada neste período causando assim uma natural valorização do produto. Um ponto importante é que tendo em vista a série histórica de preço do álcool no período considerado pela pesquisa, o impacto do período de entressafra no preço deste produto, embora significativo é pequeno, indicando possivelmente que a recente supervalorização do produto no período de entressafra 2005/2006 pode se dever também a especulação por parte dos produtores e distribuidores de Álcool combustível.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.**

No presente estudo foram analisadas a influência das variáveis preços do barril de petróleo WTI Spot (mercado norte-americano) e Europe Brent Spot (mercado europeu), contrato futuro de açúcar bruto nº11 da Csce/Nybot, taxa de câmbio comercial, preços do açúcar cristal acondicionado em sacas de 50 kg na variação dos preços do álcool anidro combustível.

A caracterização do setor agro-industrial açucareiro, realizada no artigo e de acordo Silveira (2004), mostra que o Brasil apresenta uma participação elevada no mercado internacional de açúcar, aproximadamente 40% das exportações mundiais são nacionais, o que justifica a realização de estudos dessa natureza.

Este trabalho procurou analisar os fatores que contribuem para explicar a variação do preço do Álcool combustível no Estado de São Paulo, dentro deste contexto foi possível observar que o modelo de pesquisa especificado se mostrou adequado este propósito, apresentando um alto coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Assim, os resultados encontrados pela técnica empregada permitem concluir que os fatores significativos para explicar a variação do preço do álcool combustível no estado de São Paulo são a cotação do dólar (CAMBIO), o período de entressafra (ENSAFRA), o preço do açúcar (AÇUCAR) e a cotação do barril de



petróleo WTI (WTIPRICE), sendo que todas causam impacto positivo no preço deste produto.

A principal contribuição deste trabalho, principalmente ao meio acadêmico, é a de propor uma forma sistêmica, porém simples, de análise para a variação do preço do Álcool combustível, considerando fatores externos como a cotação do dólar e do barril de petróleo e internos como o período de entressafra e a cotação do açúcar.

Desta forma, espera-se que esta pesquisa possa fornecer subsídios para a execução de novos trabalhos nesta área, bem como auxiliar indivíduos e organizações interessadas neste assunto a entender os motivos para a variação no preço do Álcool combustível.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. R. A. **Transmissão de preços entre produtos do setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo**. 2002. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BELIK, W.; RAMOS, P.; VIAN, C. E. F. Mudanças institucionais e seus impactos nas estratégias dos capitais do complexo agroindustrial canavieiro no Centro-Sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, **Anais...**, Brasília, 1998.

CARVALHO, L. C. C. Pesos diferentes. **Agroanalysis**, v. 20, n. 3, p. 41-45, março, 2000.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA/USP).

**Indicador dos preços de açúcar e álcool**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 10 jan. 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

GREENE, W. H. *Econometric analysis*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1993

HAYR JR, F. et alli. *Multivariate data analysis*, New Jersey, Prentice Hall, 1995.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Taxa de câmbio comercial**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 17 fev. 2005.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 1988.



MADDALA, G.S. Introduction to Econometrics. 2. ed. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1992.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARJOTTA-MAISTRO, M. C.; BURNQUIST, H. L. Características do consumo industrial de açúcar. **Preços Agrícolas**, v. 12, n. 141, p. 19-21, julho, 1998.

NEW YORK BOARD OF TRADE (NYBOT). **Indicador de preços do açúcar no mercado internacional**. Disponível em: <<http://www.nybot.com>>. Acesso em: 15 fev. 2005.

PINAZZA, L.A.; ALIMANDRO, R. Cana-de-açúcar: Alimento bom e doce. **Agroanalysis**, v. 23, n. 4, p. 10-32, abril, 2003.

RAMOS, P.; BELIK, W. Intervenção estatal e agroindústria canavieira do Brasil. **Revista de Economia e sociologia Rural**, v. 27, n. 2, p. 197-214, abril-junho, 1989.

SILVEIRA, A. M. **A relação entre os preços de açúcar nos mercados doméstico e internacional**. 2004. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO (UNICA). **Produção nacional de cana-de-açúcar, álcool e açúcar**. Disponível em: <<http://www.única.com.br>>. Acesso em: 10 abril 2005.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Cotações do barril de petróleo**. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 23 março 2005.