

## VOLATILIDADE DOS PREÇOS RECEBIDOS PELA CANA-DE-ACÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1995-2007

[cleyze@yahoo.com.br](mailto:cleyze@yahoo.com.br)

*Apresentação Oral-Comercialização, Mercados e Preços*

CLEYZER ADRIAN CUNHA<sup>1</sup>; ALCIDO ELENOR WANDER<sup>2</sup>; KLEBER DOMINGOS ARAUJO<sup>3</sup>.

1,3.UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, GOIANIA - GO - BRASIL; 2.EMBRAPA - CNPAF, GOIÂNIA - GO - BRASIL.

### **Volatilidade dos preços recebidos pela cana-de-açúcar no estado de São Paulo, 1995-2007**

Grupo de Pesquisa: **1. Comercialização, Mercados e Preços**

#### **Resumo:**

Este estudo teve como objetivo analisar a volatilidade dos retornos de preços recebidos de cana-de-açúcar (R\$ por tonelada) no estado de São Paulo no período de janeiro de 1995 a junho de 2007. Na análise, utilizou-se o modelo GARCH de volatilidade. Os parâmetros do modelo GARCH (1,1) univariado mostram que não ocorre a persistência da volatilidade do preço da cana-de-açúcar recebido pelo produtor. A partir de “fatos estilizados” da economia brasileira no período de análise, evidencia-se que o mercado permaneceu estável, sem a predominância de efeitos exógenos. Sugere ainda que o modelo atual de pagamento de cana-de-açúcar como matéria-prima, denominado, Sistema de Remuneração da Tonelada de Cana pela Qualidade/CONSECANA tem sido eficiente, corroborado pela não volatilidade do modelo GARCH. Entretanto sugere estudos para períodos mais recentes, pois os resultados podem ser distintos.

Palavras-chave: preço da cana-de-açúcar, volatilidade e modelo GARCH

#### **Abstract:**

This study analyzed the volatility of returns of prices received for sugar cane (R\$ per metric ton) in São Paulo state from January 1995 to June 2007. In the analysis, the GARCH volatility model was used. The parameters of the univariate GARCH model (1,1)

show there is no persistence in volatility of sugar cane prices received by farmers. After considering “stylized facts” of the Brazilian economy during the period of analysis it is evidenced that the market remained stable, without the predominance of exogenous effects. It also suggests that the current model of payment of sugar cane as raw material, called “Payment Scheme of the Metric Ton of Sugar Cane after Quality/CONSECANA” has been efficient, as confirmed by non volatility of the GARCH model. However, studies in more recent periods may be useful, since the results may change.

Key words: Sugarcane prices, volatility and GARCH models

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é um produto agrícola cultivado no Brasil desde a Colônia. Entretanto, o país tendo sido um grande produtor de açúcar nesse período, que durou cerca de 150 anos, a produção se expandiu a partir da década 70 com o programa Pró-Álcool. Esse programa energético visava substituir a gasolina pelo etanol, alternativa viável para o Brasil para minimizar os impactos da crise mundial do petróleo de 1973 e 1979. Atualmente, o etanol feito da cana-de-açúcar tem destacado o país no cenário internacional de produtores e consumidores de energias limpas.

Ainda considerando as décadas que se sucederam o início do Pró-Álcool, o Governo Federal sempre regulou os preços praticados no setor, principalmente com a finalidade de assegurar a rentabilidade do setor e, ao mesmo tempo, possibilitar a contenção do processo inflacionário, experimentado na década de 80 até meados da de 90. Os preços eram fixados tomando como referencial o valor constante de planilhas de custo de produção, acrescido de montante que representasse o lucro da atividade.

A partir de 1999 houve a desregulamentação do setor, estabelecendo condições mais competitivas, pois, os preços dos produtos finais (açúcar e álcool) e da matéria-prima agora passaram a ser determinados pelo livre mercado (SACHS, 2005).

De acordo com Baccarin (2005), após a liberação do preço da cana-de-açúcar, constatou-se uma queda na sua cotação, com a tonelada caindo para valores próximos a R\$ 15,00. Tal situação durou pouco tempo e logo se iniciou uma recuperação, com o preço da

tonelada alcançando um patamar entre R\$ 25,00 e R\$30,00 em janeiro de 2001. A produção de cana-de-açúcar também acompanhou a flutuação em seu preço, diminuindo de um total de 345,3 milhões de toneladas em 1997/98 para 326,1 milhões em 1999/2000 e voltando a crescer em 2000/02 para 363,7 milhões de toneladas.

Conforme Sachs (2005), depois da liberação de mercado no Brasil, vários produtores e industriais do Estado de São Paulo, se uniram na forma de representações de classe. O grupo de representantes dos produtores ou plantadores foi denominado, Organização de Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA), e o grupo dos industriais, representados pela União da Agroindústria do Açúcar e do Alcool do Estado de São Paulo (UNICA). Ressalta-se, ainda o objetivo desses representantes em desenvolver um novo sistema de remuneração para a cana-de-açúcar, tendo em vista que a desregulamentação criou grande variabilidade nos preços praticados nas diversas praças de comercialização. Assim, surgiu o Conselho de Produtores de Cana, Açúcar e Alcool de São Paulo (CONSECANA) para implementar a nova sistemática.

O modelo atual de pagamento de cana é denominado Sistema de Remuneração da Tonelada de Cana pela Qualidade/CONSECANA. E considera, para efeito de determinação do valor da tonelada da cana-de-açúcar, a quantidade de Açúcar Total Recuperável (ATR), contida na matéria-prima entregue na unidade de processamento, e o preço do quilograma do ATR (SACHS, 2005).

Segundo as projeções de Ustulin (2006), a demanda total de cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de álcool e de açúcar terá um crescimento de cerca de 70%, na comparação da safra 2010/11 ante a safra 2003/04, conforme o Quadro 1. Ainda considerando as projeções do autor, separadamente, somente a produção de produção de álcool etílico e de álcool hidratado corresponderá a acréscimo de 106,6% de demanda por matéria-prima, enquanto que a produção de açúcar aumentará a demanda por matéria-prima em 32,8%.

Quadro 1 – Demanda de cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de álcool e de açúcar em milhões de toneladas, 2003/04 a 2010/11.

<b>Ano Safra</b>	<b>Álcool</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Total</b>
2003/04	164,1	174,00	338,1

2004/05	195,1	193,2	388,3
2005/06	206,6	206,8	413,4
2006/07	228,2	197,0	425,2
2007/08	252,7	204,7	457,4
2008/09	278,2	212,4	490,6
2009/10	304,9	220,0	524,9
2010/11	339,0	231,0	570,0

Fonte: Ustulin (2006).

Assim sendo, a pergunta que norteou essa pesquisa, foi: É possível afirmar que a desregulamentação do setor ocasionou uma maior volatilidade nos preços da cana-de-açúcar? Diante do exposto, o objetivo principal foi analisar a volatilidade dos retornos de preços recebidos de cana-de-açúcar (R\$ por tonelada) no Estado de São Paulo no período de janeiro de 1995 a junho de 2007<sup>1</sup>. Na análise empírica, utilizou-se o modelo *Auto-regressivo Generalizado de Heterocedasticidade Condicional* (GARCH) desenvolvido pelos autores Engle (1982), Bollerslev (1986) e Taylor (1986).

Este estudo está dividido, em quatro partes. A primeira consiste na introdução; a segunda trata da metodologia de estudo; na terceira apresentam-se os resultados e discussões e finalmente, são apresentadas as considerações finais.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Modelo *Auto-regressivo de Heterocedasticidade Condicional* (ARCH)

Atualmente, a previsão de volatilidade de ativos financeiros e dos preços das *commodities* agrícolas e minerais tem sido alvo de pesquisas por pesquisadores que

<sup>1</sup> Segundo Campos (2007) e Silva et al. (2005) *apud* Tsay (2002), na análise de volatilidade se trabalha com os retornos da série original, dado pela seguinte transformação:  $Ln\left(\frac{R_t}{R_{t-1}}\right)$ , em que  $R_t$  é a variável em questão.

trabalham na área de investimentos. Esses estudos têm auxiliado na seleção de carteiras de investimentos (*portfólio*) e também na precificação de derivativos.

Para Ziegelmann e Valls Pereira (1997), a volatilidade mostra que se o preço de um ativo está variando pouco ou muito. Ou seja, ela é uma medida da incerteza quanto às variações de preço de um período para outro. Assim, nos períodos em que a variabilidade dos preços dos ativos apresenta-se elevada, há fortes indícios de ganhos elevados e também de grandes perdas. Situação oposta, quando a volatilidade ou a variabilidade dos preços dos ativos é baixa, configura-se uma situação de menor risco. A relação é óbvia e, naturalmente, um investidor somente assumiria uma posição de alto risco caso houvesse a possibilidade de um grande retorno.

Segundo Morais e Portugal (1999), a maneira padrão e mais simples de se medir a volatilidade de um ativo é através da estimação do desvio-padrão de seus retornos, ou seja, método de análise da volatilidade histórica. É importante salientar que, no mercado financeiro, não é o valor histórico da variância, mas sim aquele que se espera prevaleça no futuro, o qual não pode ser estimado apropriadamente simplesmente através do conhecimento do valor histórico. Desta forma, a variância em  $t$  pode estar ou não condicionada às informações passadas. Em outras palavras, a variância não condicional pode ser constante, mas para certos períodos de grande incerteza a variância condicional pode apresentar grandes alterações por curtos períodos de tempo.

Ainda de acordo com Morais e Portugal (1999), existem diferentes métodos paramétricos para estimar a variância dos retornos, com o objetivo de se substituir a hipótese de que esta seja constante ao longo do tempo. Citam-se exemplos, os modelos de volatilidade determinística e os modelos de volatilidade estocástica. Um último método, não paramétrico, seria a determinação da volatilidade com o uso de modelos de redes neurais.

Ainda de acordo com Morais e Portugal (1999) a primeira abordagem assume que as variações no retorno dos ativos são determinadas por variáveis conhecidas pelos participantes do mercado, tal como seu nível de preços. Já no segundo método, o conhecimento do preço no passado dos ativos não é suficiente para determinar a volatilidade, quando são utilizadas observações de preços discretas.

Os modelos de especificação da volatilidade determinística utilizam a informação de preços passados para atualizar seu valor ativo no período corrente, esses modelos são conhecidos como *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH). Os modelos ARCH de previsão da volatilidade foram desenvolvidos por Engle (1982), Bollerslev (1986), Taylor (1986), em que, a variância condicional do termo de erro se correlaciona serialmente com os valores passados do termo de erro elevados ao quadrado.

Assim sendo, a idéia é que a variabilidade do erro de previsão das series temporais financeiras esta associada à volatilidade do mercado financeiro, especulações, crises políticas, e falta de credibilidade na condução das políticas monetária e fiscal pelos tomadores de decisão. Frente a esses eventos exógenos, nas séries financeiras a variância dos erros de previsão não seria constante ao longo do tempo, ou seja, variando de um período para o outro, configurando o problema da autocorrelação dos resíduos.

Segundo Swaray (2002), Lutkepohl e Kratzig (2004), os modelos ARCH são definidos em termos da distribuição dos erros da dinâmica linear do modelo de regressão. Sendo assim, pode-se assumir que variável dependente é gerada por um processo autoregressivo.

$$P_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^K \phi_i P_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que,  $P_t$  é o preço de ativo financeiro e  $\varepsilon_t$  são os erros com média zero e variância constante. Para gerar um processo *Autoregressive Conditional Heteroskedastic* (ARCH(p)), tem-se que expressar a variância condicionada do processo autoregressivo em termos de seus valores passados ao quadrado.

$$\varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, h_t), \text{ e } h_t = \delta + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 \quad (2)$$

em que,  $h_t$  denota a variância condicionada ao conjunto de informações  $\Omega_{t-1}$ , que são avaliadas no tempo  $t-1$ , e  $\delta > 0$ ,  $\alpha_i \geq 0$  para todo  $i = 2, \dots, p$  e  $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_m < 1$  são necessários para fazer  $\varepsilon_t^2$  positivo e estacionário.



Ainda de acordo com Swaray (2002), pode-se representar a expressão (3) na forma de autoregressivo média móvel (ARMA).

$$h_t^2 = \delta + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i h_{t-1}^2 \quad (3)$$

Esse modelo é conhecido como GARCH(1,1), em que a variância condicionada da série de preços depende do termo constante ( $\delta$ ), das informações passadas adicionadas ao processo estocástico ( $\varepsilon_{t-1}^2$ ) e da variância de previsão defasada ( $h_{t-1}^2$ ). O efeito da inclusão das defasagens na variância condicionado captura o efeito “*adaptive learning*” característicos de processos estocásticos.

Sendo assim, pode-se representar a expressão (3), na forma reduzida mais simples e parcimoniosa de GARCH (1,1).

$$h_t^2 = \delta + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}^2 \quad (4)$$

Segundo Swaray (2002) e Silva et al. (2005), Campos (2007), de acordo com a expressão (4), os coeficientes devem situar dentro do círculo unitário, ou seja,  $\delta, \alpha > 0$ ;  $\beta \geq 0$ ;  $\alpha + \beta < 1$ ; e a persistência da volatilidade dos preços é mensurada pela soma dos coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$ , desta forma quanto mais próxima de um (1) for à soma, maior o tempo que um choque na série levará para dissipar-se.

### 2.3. FONTE DE DADOS

O preço da cana-de-açúcar recebido pelo produtor no período de janeiro de 1995 a junho de 2007 no Estado de São Paulo foi coletado junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2007). Depois da coleta, a série original passou por uma transformação matemática para se obter uma série que representa os retornos. Segundo Silva et al. (2005) *apud* Tsay (2002) existem duas razões principais para trabalhar-se com

retornos em vez de preços. Primeiramente é que para investidores (produtores) médios, o retorno de um ativo é um sumário completo e independente da escala da oportunidade de investimento. Já a segunda é que séries de retornos são mais fáceis de manipular que séries de preços, dado que as primeiras têm propriedades estatísticas mais tratáveis. Seguindo a sugestão dos autores, utilizou-se a série de retornos dada pela seguinte equação:

$$R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}).$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pela Figura 1 pode-se analisar o comportamento da série de retornos dos preços recebidos da cana-de-açúcar no período de janeiro de 1995 a junho de 2007<sup>2</sup>.

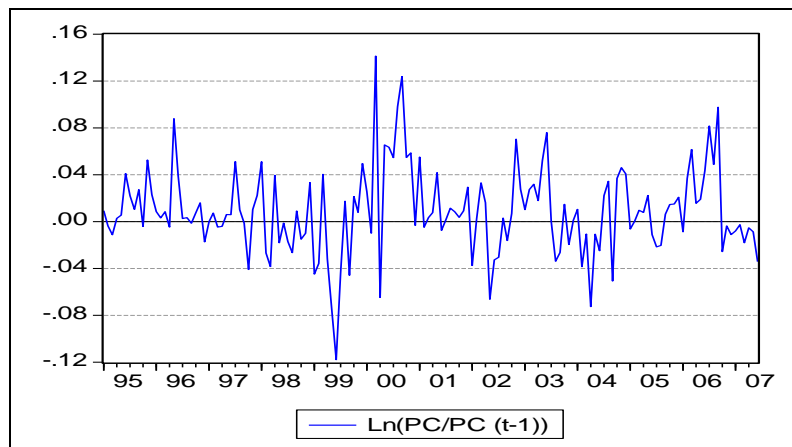


Figura 1: Retornos dos preços recebidos da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, jan/1995 a jun/2007.

<sup>2</sup> No tratamento de séries econômicas, diversos autores, tais como Lutkepohl e Kratzig (2004), recomendam o uso de testes de raiz unitária para detectar a ordem de integração correta da série temporal, tendo em vista que a inferência em modelos compostos com séries que apresentam média e variância não constantes ao longo do tempo podem levar a resultados de inferência errôneos por apresentar estimativas de parâmetros viesados. Vale destacar que, esse trabalho não realizou estudo de raiz unitária, pois o intuito foi de analisar se a série original a partir da transformação para retornos conforme Campos (2007) e Silva et al. (2005) *apud* Tsay (2002) apresenta comportamento de volatilidade estocástica.



Segundo Campos (2007), se deve antes de estimar o modelo ARCH ou o modelo GARCH realizar alguns testes adicionais. Pelo teste de *Jarque-Bera*, pode-se inferir quanto a normalidade, sendo esse teste é assintótico, para grandes amostras, deve-se também calcular a assimetria e a curtose dos resíduos.

Os resultados desse procedimento podem ser visualizados abaixo no Quadro 2. Os resultados do teste mostram que os resíduos não apresentam distribuição normal conforme Quadro 3. A estatística da curtose sugere que a série de retornos apresenta uma distribuição leptocúrtica em relação à normal. Nos casos de que a média é maior que a mediana sugerindo uma assimetria à direita.

Segundo Campos (2007), a análise da curtose, que é uma medida do pico ou do achatamento da distribuição, explica que os dados estão agrupados no centro juntamente com algumas observações nos extremos das caudas, representando séries de retornos com distribuição leptocúrtica ou aguda em relação à normal.

Esses resultados e análise gráfica evidenciam que há fortes indícios para a presença de heterocedasticidade e de agrupamento de volatilidade.

Quadro 2 – Estatísticas descritivas para a série de retorno dos preços recebidos no período de estudo.

Estatísticas Básicas	Ln(PC/PC (t-1))
Média	0,008725
Mediana	0,006667
Máximo	0,141294
Mínimo	-0,117783
Desvio- padrão	0,036891
Assimetria	0,334794
Curtose	4,714201
Jarque-Bera	21,16771
Probabilidade	0,000025

Fonte: dados da pesquisa.

Os parâmetros do modelo GARCH (1,1) univariado, podem ser evidenciados de acordo com o Quadro 3. De acordo com quadro, os parâmetros estimados apresentaram significativos a

1% de probabilidade, sendo a exceção o parâmetro  $\beta$  que se apresentou não significativo. A soma do  $\alpha + \beta$  é diferente de 1, caracterizando em não persistência da volatilidade da série cana-de-açúcar para de estudo.

O estudo apresentou a soma dos coeficientes de reação (ARCH) juntamente com o coeficiente de persistência da volatilidade (GARCH) em torno de 0,5832, indicando uma baixa persistência de choques de volatilidade dos retornos do preço recebido da cana-de-açúcar. Desta forma, para uma conjuntura negativa que leva a uma redução no preço da cana-de-açúcar pode implicar baixos períodos de instabilidade ou variabilidade no mercado.

Assim sendo, o presente estudo mostra que um choque inicial sobre a volatilidade irá provocar efeitos mais rápidos sobre o comportamento da série. Ou seja, os choques negativos ou positivos tendem a se dissipar em menor período de período de tempo.

Quadro 3 – Parâmetros estimados do modelo GARCH (1,1) para o período de estudo.

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Variance Equation				
$\delta$	0.000681	0.000312	2.182677	0.0291
$\alpha$	0.325299	0.136122	2.389760	0.0169
$\beta$	0.257913	0.251010	1.027502	0.3042
	-			
R-squared	0.043597	Mean dependent var		0.007980
	-			
Adjusted R-squared	0.057893	S.D. dependent var		0.038347
S.E. of regression	0.039442	Akaike info criterion		-3.714668
Sum squared resid	0.227125	Schwarz criterion		-3.654186
Log likelihood	279.7428	Durbin-Watson stat		1.326414

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: \* significativo a 1% de probabilidade e ns não significativos

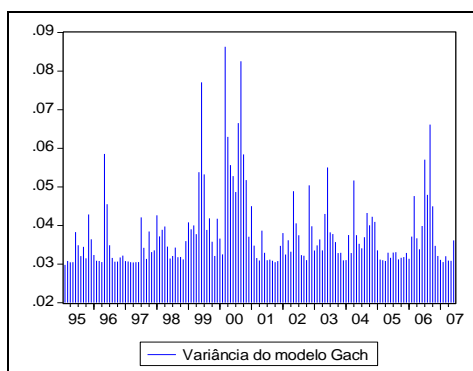


Figura 2: Variância do modelo GARCH (1,1).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros do modelo GARCH (1,1) univariado mostram que não ocorre a persistência da volatilidade do preço da cana-de-açúcar recebido pelo produtor no período de janeiro de 1995 a junho de 2007.

A partir de “fatos estilizados” da economia brasileira no período de análise o mercado permaneceu estável, sem a predominância de efeitos exógenos. O momento que vive o setor produtor de cana-de-açúcar no Brasil é impar, com elevações da demanda por combustíveis, devido ao aumento da frota de carros *flex* e alta dos preços no mercado externo do açúcar nos últimos anos. Esse estudo sugere que o modelo atual de pagamento de cana-de-açúcar como matéria-prima, denominado, Sistema de Remuneração da Tonelada de Cana pela Qualidade/CONSECANA tem sido eficiente, corroborado pela não volatilidade do modelo GARCH. De qualquer forma, sugere-se novos estudos sobre o comportamento do preço da cana-de-açúcar recebido pelo produtor como forma de apoiar a adoção de modelos de volatilidade determinística da família GARCH.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCARIN, J. G. **A Constituição da Nova Regulamentação Sucroalcooleira** – Cadernos do CEAM. Brasília: Editora Unesp, 2005. v.22, 243p.

BOLLERSLEV, T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. **Journal of Econometrics**, 31:307-27, 1986.

CAMPOS, K.C. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, vol.5, Nº 3, 2007.

ENGLE R.F. Autoregressive conditional Heteroskedasticity with estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. **Econometrica**, 50, 987-1008, 1982.

INSTITUTO DE PESQUISA EM ECONOMIA APLICADA – IPEA. **Informações online**, 2007, disponível em [www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br), capturado [ 10/09/2007].

LUTKEPOHL, H., KRATZIG, M. *Applied Times Series Econometrics*. Cambridge University Press, 2004.

MORAIS, I.A.C., PORTUGAL, M.S. **Modelagem e previsão de volatilidade determinística e estocástica para a série do Ibovespa**. Texto para discussão, UFRGS, 1999.

SACHS, R.C.C. **Cana-de-açúcar: Preços Recebidos Pelos Produtores no Estado de São Paulo**. 2005. Disponível em: [www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=4174](http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=4174)

SILVA, W. S. da; SÁFADI, T.; CASTRO JÚNIOR, L. G. de. Uma análise empírica da volatilidade do retorno de commodities agrícolas utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja. Rio de Janeiro: **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.43, n.01, p.119 a 134. mar. 2005.

SWARAY, R. B. **Volatility of Primary Commodity Prices: Some Evidence from Agricultural Exports in Sub-Saharan Africa**, Discussion Papers in Economics, n.2002/06, University of York, 2002.

TAYLOR, S. J. **Modeling Financial Times Séries**. UK: John Wiley & Sons, 1986.

TSAY, R. S. **The analysis of financial time series**. New York: J. WILEY, 2002.

USTULIN, E.J. **O Setor Sucroalcooleiro Nacional**. Comissão Nacional de Cana-de-Açúcar, Nº 213 - Janeiro/Fevereiro, 2006.

ZIEGELMANN, F. A. e PEREIRA, P. L. V. (1997) – Modelos de Volatilidade Estocástica com Deformação Temporal: Um Estudo Empírico para o Índice Ibovespa. **Política e Planejamento Econômico**, v.27, n.2, p.353-376.