

Análise da volatilidade do preço do etanol em Mato Grosso no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2014

Analysis of the volatility of the price of ethanol in Mato Grosso from January 2002 to December 2014

ALVES, F. D. [1](#); PEREIRA, B. D. [2](#)

Recibido: 03/08/16 • Aprobado: 13/08/2016

Conteúdo

[Introdução](#)

- [1. Procedimentos metodológicos](#)
- [2. Referencial teórico](#)
- [3. Análise e discussão de resultados](#)
- [4. Considerações finais](#)

[Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

O presente estudo analisa a reação dos preços do etanol frente a choques sob o modelo ARCH E GARCH, com dados coletados na Agência Nacional do Petróleo – ANP período de janeiro de 2002 a dezembro de 2014. Verificou-se que o preço médio do Etanol em Mato Grosso apresentou tendências de oscilação similares aos dos principais produtores a nível nacional. A volatilidade observada indicou que há, em magnitude moderada, risco neste mercado. Deste modo, considera-se, com base nas expectativas, que o preço médio do etanol deve manter, futuramente, comportamento volátil, o que indica presença de risco aos agentes econômicos que transacionam nesse mercado. Análise embasada na hipótese de volatilidade e resultado oriundo da modelagem econométrica, cujo método estima a volatilidade condicional dos preços do etanol no contexto da economia mato-grossense e responde a presença de persistência de volatilidade frente a choques.

Palavras-chave: Etanol, Mato Grosso, Volatilidade, ARCH, GARCH.

ABSTRACT:

This study analyzes the ethanol prices reaction considering shocks under ARCH and GARCH models. For this, we use collected dates from Petroleum National Agency (ANP) from January 2002 and December 2014. We found that the average price of Ethanol in Mato Grosso showed similar oscillation as the major producers at national level. The observed volatility indicates that there is moderate risk in this market. Thus, it should be considered that the average price of Ethanol must maintain volatile behavior in future which indicates the presence of risks to economic agents that transacts in this market. Analysis grounded in the event of volatility and result derived from the econometric modeling, the method estimates the conditional volatility of ethanol prices in the context of Mato Grosso economy and responds to the presence of persistent volatility against shocks.

Keywords: Ethanol, Mato Grosso, Volatility, ARCH, GARCH.

Introdução

Os biocombustíveis têm se tornado uma realidade cada vez mais presente no cotidiano da indústria de combustíveis, com reflexos relevantes na produção e consumo. O que atrai a atenção dos governos, produtores e sociedade, particularmente, ao etanol como potencial substituto dos combustíveis degradáveis. Desde a implantação do Proálcool, um programa que teve como objetivo fundamental incentivar a produção de álcool no país de modo que suprisse as demandas interna e externa.

Os determinantes do preço do etanol apresentam uma série de fatores, cuja volatilidade no comportamento das variáveis envolvidas, que envolvem aspectos relacionados às variáveis-chave deste sistema de preço: preço dos bens substitutos e complementares, demanda, oferta, custos, dentre outras que se inserem indiretamente no processo.

Considerando-se a importância estratégica do biocombustível para a economia do estado mato-grossense, o presente estudo tem o objetivo de analisar a reação dos preços do etanol frente a choques sob o modelo ARCH E GARCH, com dados coletados na Agência Nacional do Petróleo – ANP período de janeiro de 2002 a dezembro de 2014. (Também é realizada a distribuição pela Normal Gaussiana, por pressupor normalidade e a distribuição t - Student que demonstram que o modelo GARCH capta persistência de volatilidade.)

1. Procedimentos metodológicos

É essencial o conhecimento sobre os componentes a serem adotados nos cálculos utilizados para atingir os objetivos propostos no estudo, como exemplo a volatilidade, necessária para análise do preço do etanol e o modelo econométrico adequado a ser trabalhado.

1.1 Volatilidade

Conforme Santos; Vieira (2004), a volatilidade é uma que mostra a intensidade e a frequência das oscilações nas cotações de um ativo financeiro, o qual pode ser, , ou ainda, de índices das considerado um determinado período de . Esta variável (a volatilidade) é um dos parâmetros mais frequentemente utilizados como forma de de um considerado.

A volatilidade pode ser descrita como uma dela própria defasada no tempo. Este tipo de situação juntamente com o modelo que descreve um ativo em função da volatilidade é dito um modelo de volatilidade estocástica. Com a importância do risco na economia e variabilidade dos preços/retornos dos ativos são fundamentais os modelos de volatilidade que são usados para especificar os ativos e são essenciais para medidas de risco que auxiliam no processo de tomada de decisão dos agentes.

Na gestão de risco são empregadas medidas de risco como o valor em risco baseados na moderna teoria financeira associada aos modelos de volatilidade. As características da variabilidade dos preços dos ativos e bens nos diferentes mercados são distintas e não existe um único modelo que seja o melhor para todas as situações.

1.2 Transformação dos dados

Os preços médios nominais ilustrados na tabela 1 e no anexo serão convertidos em preços médios reais, de acordo com a equação ilustrada abaixo, onde o preço nominal é o preço corrente e o IPCA usado como base se refere ao ano de 2002, enquanto o IPCA corrente a 2015. Mais precisamente, a média do índice nestes dois períodos.

$$P_{\text{Real}} = \frac{P_{\text{nominal}} * \text{IPCA}_{\text{base}}}{\text{IPCA}_{\text{corrente}}}$$

A série de preços reais será usada na estimação do modelo Garch.

1.3 Modelo econométrico

Os modelos GARCH são bastante adequados em séries cujo comportamento dos dados tende a ser mais heterogêneo. De acordo com Moraes & Portugal (2014), as séries financeiras, além de outras séries econômicas, são, predominantemente, não estacionárias.

Os autores ainda ponderam que alguns fatores cotidianos podem influenciar sensivelmente o comportamento de uma série, afetando o seu grau de variação no tempo, como barganha, determinados dias da semana em que o preço de um ativo, por exemplo, apresentaram alterações fora dos padrões comuns, sazonalidade, decisões institucionais e governamentais, além de outros componentes propícios a atuar de forma decisiva na série.

Os modelos mais simples não consideravam o fato de a volatilidade variar com o tempo. Engle (1982) desenvolveu um modelo denominado ARCH (Autoregressive Conditional Heterocedasticity) que considera ser a variância heterocedástica, ou seja, não é constante ao longo do tempo. Neste modelo, a variância condicional é uma função linear do quadrado das inovações passadas. As equações abaixo representam o processo econométrico de mensuração da volatilidade, onde cada componente exerce um papel relevante na determinação estatística do ativo volátil.

$R_t = c + \varepsilon_t$ (o retorno em t é igual a uma constante acrescida do erro residual do modelo em t)

$$E(\varepsilon_t) = 0, \quad E(\varepsilon_t^2) = 1$$

$$E(\varepsilon_t^2 | I_{t-1}) = \sigma_t^2 \quad (\text{informações disponíveis em } t-1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2,$$

Para esse modelo ser bem definido e a variância condicional ser positiva, as restrições paramétricas devem satisfazer $\alpha_0 > 0$ e $\alpha_i > 0, i = 1, 2, \dots, p$. Uma importante extensão do modelo ARCH é a sua versão generalizada proposta por Bollerslev (1986), denominada GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity*). Neste modelo, a função linear da variância condicional inclui também variâncias passadas.

Logo, a volatilidade dos retornos depende dos quadrados dos erros anteriores e também de sua própria variância em momentos anteriores. A variância é dada da seguinte forma:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

As restrições são dadas por: $\alpha_i > 0, i = 1, 2, \dots, q$; $\beta_j > 0, j = 1, 2, \dots, p$ e $\alpha_i + \beta_j < 1$. Assim sendo, σ_t^2 segue um modelo GARCH (p,q), onde q representa a ordem do componente ARCH e p a ordem do componente GARCH.

O modelo GARCH (1,1) é a versão mais simples e mais utilizada em séries financeiras. Supondo-se que os erros são normalmente distribuídos, a variância é dada por:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

O coeficiente α_1 mede a extensão em que um choque no retorno hoje, afeta a volatilidade do retorno do dia seguinte. A soma $(\alpha_1 + \beta_1)$ revela a medida de persistência da volatilidade, ou seja, a taxa que reflete como o impacto de um choque no retorno hoje se propaga ao longo do tempo, sobre a volatilidade dos retornos futuros. Isso mostra que a alta persistência o choque enfraquecerá lentamente.

Segundo Fioruci (2012), a volatilidade em uma determinada série mostra dependência temporal, ou fatores condicionados a períodos pontuais, cuja variabilidade se mostrou fora dos padrões. No contexto do mercado de combustíveis e, especificamente, preço do etanol, uma resolução institucional da agência reguladora do setor pode afetar positivamente o preço, reduzindo o seu risco por meio de uma volatilidade menor.

No entanto, supondo que o preço dos insumos se altere substancialmente em uma determinada região, este tipo de impacto pode afetar substancialmente a volatilidade. Este pico no tempo pode ser determinante no comportamento dos preços de uma série. "A estimação dos modelos adequados para a volatilidade mostra a informação disponível no instante t com relação ao que ocorreu nos instantes anteriores." (FIORUCI, 2012, p. 86).

A variância incondicional deste processo, segundo Bueno (2008), corresponde a:

$$E(\epsilon_t^2) = E(\sigma_t^2 u_t^2) = E(\sigma_t^2) E(u_t^2) = \sigma_t^2 = \frac{\omega}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i}$$

[4][...] Arch and Garch models have become very popular in that they enable the econometrician to estimate the variance of a series at a particular point in time. To illustrate the distinction between the conditional variance and the unconditional variance, consider the nature of the wage bargaining process. Clearly, firms and unions need to forecast the inflation rate over the duration of the labor contract. Let $E_t \pi_{t+1}$ denote the conditional expected rate of inflation for t+1 and $\sigma^2_{\pi t}$ as opposed to the unconditional mean or unconditional variance. (...). The relevant risk measure is the risk over the holding period, not the unconditional risk. (ENDERS, 2003, p.149).

Enders (2003) pondera que os modelos ARCH and GARCH constituem os mais importantes em fenômenos econômicos de incerteza, sendo a variância uma medida do risco a ser testada usando a variância condicional.

2. Referencial teórico

Neste capítulo são apresentadas as expectativas racionais e adaptativas que são essenciais para uma análise econômica, juntamente com o risco e incerteza que, nesta dissertação, é verificado o risco devido estar sendo estudada a volatilidade do preço do etanol.

2.1 Expectativas racionais e adaptativas

A dinâmica da economia é muitas vezes explicada pelos pressupostos das expectativas adaptativas e racionais. De acordo com Camargos (2004), a introdução de expectativas racionais, cuja origem remete a década de 1970, é um marco na abordagem macroeconômica moderna. Lucas (1976) resumiu o papel das expectativas racionais entrelaçando-a aos cenários de incerteza econômica. Segundo Camargos:

Em situações de risco, a hipótese de comportamento racional por parte dos agentes terá um conteúdo utilizável, de maneira que o comportamento pode ser explicável em termos de teoria econômica. Em tais situações, expectativas são racionais no sentido de Muth. Em caso de incerteza, o raciocínio econômico não será de valor. (LUCAS, 1976, p. 15 apud CAMARGOS, 2004, p. 19).

Em sua forma original, a teoria neoclássica elaborou as expectativas com base na hipótese de que o valor futuro de uma variável será uma função de seus valores passados. O termo expectativas adaptativas foi introduzido por Fisher (1996), no entanto, tornou-se notório a partir da pesquisa de Cagan (1956) a respeito de hiperinflação.

Conforme a ótica teórica, as expectativas adaptativas falham em não assegurar duas condições básicas acerca da teoria de formação de expectativas: "não é razoável admitir que as pessoas cometam, sistematicamente, os mesmos erros, nem que ignorem informações valiosas quando formam suas crenças". (CAMARGOS, 2004, p. 20).

Por oportuno, Muth (1961) foi um dos pioneiros na formalização destas críticas, apresentando à teoria econômica a hipótese da expectativa racional (HER), que se sustenta no seguinte argumento:

[...] as variáveis econômicas são geradas por processos sistemáticos. Valendo-se de toda informação disponível, os agentes, ao longo do tempo, aprendem qual processo gera que variável, e utilizam este conhecimento para formar expectativas sobre aquela variável. Como resultado final, as expectativas das firmas (...) tendem a ser distribuídas para o mesmo conjunto de informação, como a previsão da teoria. (MUTH, 1961, p. 316).

Destarte, conforme Camargos (2004), as expectativas dos agentes, ao serem modeladas, equivalem-se à solução algébrica deste mesmo modelo. A formulação da expectativa racional é, convencionalmente, descrita como:

$$X_t^e - 1 = E[X_t \vee I_{t-1}]$$

Sendo que a expectativa de X , formada no tempo $t-1$, constitui na esperança Matemática de X , condicionada à informação disponível em $t-1$. Conforme Camargos (2004), na média, a expectativa dos agentes, ou esperança matemática do agente, é igual aos valores verdadeiros da variável. E I_{t-1} consiste no conjunto de informações do modelo em relação às variáveis inerentes a ele.

Segundo Sheffrin 1984 (apud CAMARGOS, 2004) elaborou uma situação em que o agente se depara com um cenário econômico conhecido, porém, incerto futuramente. No entanto, a informação disponível molda as expectativas de modo a conduzi-lo a uma decisão fortemente embasada em seu comportamento racional:

[...] um agricultor se depara com o dilema de quanto trigo plantar. (...) se ele acredita nas expectativas racionais, vai assumir que existe, embora desconhecida, uma distribuição real de probabilidade, governando como os preços serão estabelecidos no mercado futuro de trigo. (...) Assim, a projeção do agricultor é racional se seu preço antecipado induzir à formação de preço real que, na média, coincidirá com sua expectativa. (CAMARGOS, 2004, p. 21 apud SHEFFRIN, 1984, p.9).

As expectativas racionais podem ser compreendidas e comparadas em sua forma algébrica com uma segunda análise, que diz respeito a uma adaptação às expectativas, conhecida como expectativas adaptativas. Baseado no modelo de Muth (1961), Camargos (2004) estabeleceu uma comparação entre ambas.

As expectativas, convencionalmente conhecidas como adaptativas, mostram uma relação entre o comportamento passado com o presente. Adaptando para o contexto da volatilidade do preço do etanol em Mato Grosso, pode-se contextualizar do seguinte modo: O comportamento volátil do ativo no passado afeta a volatilidade presente, uma vez que as expectativas se adaptam às alterações na economia ao longo do tempo.

2.2 Risco e incerteza

A volatilidade dos retornos de ativos tem papel fundamental na teoria moderna de finanças,

sobretudo em modelos de apreçamento, seleção de carteiras e gerenciamento de riscos. Conforme o autor Araújo, Castro et al (2012) a volatilidade é uma variável não observável que reflete o grau de variação de preços de um dado ativo em determinado período de tempo.

Por conseguinte, para uma melhor compreensão da volatilidade, faz-se necessário abordar aspectos acerca da teoria do consumidor que abordam riscos e incertezas nas transações econômicas. Entretanto, uma vertente importante da teoria econômica aborda o risco inerente às decisões do consumidor sobre o consumo de um produto ou situação envolvendo perdas monetárias.

O risco dos consumidores frente às condições do mercado, naturais ou adaptativas, é um componente indissociável na tomada de decisão. Podendo incentivar ou levar o consumidor a adiar ou não consumir, definitivamente, o bem ou ativo que aprecia em razão dos riscos envolvidos. No entanto, esta situação depende, sensivelmente, do perfil de cada consumidor.

Na definição de Lawson (1988), incerteza se classifica, em termos probabilísticos, como algo passível de mensuração ou mesmo imensurável, sendo a probabilidade uma propriedade em que a incerteza se insere, sendo um objeto de crença ou uma ferramenta objetiva, que fornece subsídios na construção da tomada de decisão. Savage (1954) pontua que a incerteza constitui numa situação onde a probabilidade subjetivista da expectativa racional é mensurável.

A figura 1, a seguir, ilustra as diferentes interpretações para o conceito probabilístico de incerteza:

	Probabilidade é uma propriedade do conhecimento ou crença.	Probabilidade é tanto um objeto do conhecimento quanto uma propriedade da realidade externa.
Incerteza corresponde a uma situação onde a probabilidade é numericamente mensurável.	Subjetivistas. (ex. Savage, Friedman).	Proponentes das expectativas racionais. (ex. Muth, Lucas)
Incerteza corresponde a uma situação onde a probabilidade é numericamente imensurável	Keynes	Knight

Figura 1 - Probabilidade e Incerteza
 Fonte: Escola de Economia de São Paulo: FGV [5]

Segundo Lawson:

[...] Knight distingue três situações de probabilidade: (a) probabilidade a priori: classificações absolutamente homogêneas, como as seis faces de um dado; (b) probabilidade estatística: classificações empíricas baseadas em amostras estatísticas, e (c) estimativas: eventos únicos. A noção de incerteza, em Knight, está relacionada à confiabilidade que pode ser atribuída à informação derivada de cada situação citada anteriormente. (LAWSON 1988, p. 45-6).

As duas primeiras, onde, a princípio, as probabilidades podem ser calculadas, correspondem à incerteza mensurável. Mas (c), em que o julgamento de probabilidade formado é uma estimativa, corresponde à incerteza imensurável (incerteza verdadeira ou fundamental). Entretanto, por serem situações radicalmente diferentes, Knight considera que (a) e (b) não correspondem exatamente à incerteza, sendo, então, mais apropriado, utilizar o termo risco.

Knight, assim como Keynes, pontua que era relevante distinguir entre situações onde a incerteza poderia ser medida, e aquelas onde isto não era possível. Entretanto Keynes, ao contrário de Knight, baseou sua visão num conceito original e lógico de probabilidade.

Neste conceito amplo de probabilidade como grau de crença, probabilidades não são necessariamente numéricas; nem mesmo comparáveis. Knight fundou sua teoria de incerteza e risco sob a interpretação freqüencialista de probabilidade e, potencialmente, mesmo os eventos incertos poderiam ser reduzidos a medidas de risco segundo Perlman & McCann (1996).

A abordagem aceita que os agentes dispõem de informações completas e suficientes na descrição do futuro, uma vez que cada agente conhece: "todas as consequências potenciais de suas ações; Como cada estado da natureza afeta sua utilidade; Como atribuir uma distribuição de probabilidade a cada estado da natureza". (PERLMAN & McCANN, 1996, p.86).

Situações estas que descrevem circunstâncias de risco, conduzindo ao célebre resultado apresentado por Von Neumann-Morgenstein: o indivíduo instrumentalmente racional age como se maximizasse a utilidade esperada. Conforme Garello (1996) a incerteza resulta, entre outras coisas, da subjetividade do processo pelo qual os meios fins são percebidos. Não tendo conhecimento perfeito de nossas metas e objetivos e, portanto, os meios (objetos e informação) percebidos, são igualmente imprecisos.

A escola clássica não aceita a distribuição das probabilidades subjetivas, utilizando técnicas desenvolvidas pela teoria dos jogos enquanto a escola bayesiana considera impossível ignorar as probabilidades subjetivas.

Assaf Neto (2011) apresenta a variável incerteza como um aspecto fundamental no estudo das operações no mercado financeiro, isto, porque, os resultados das decisões financeiras não podem ser considerados totalmente certos e previsíveis. O autor ressalta que toda vez que a incerteza associada à verificação de determinado evento possa ser quantificada por meio de uma distribuição de probabilidades dos diversos resultados previstos, diz-se a decisão está sendo tomada sob uma situação de risco.

Os indivíduos se comportam diversamente em relação ao risco. Há o indivíduo avesso ao risco, que avalia com maior prudência situações envolvendo riscos.

[...] função de utilidade de um indivíduo avesso ao risco é estritamente côncava em relação à origem, significando que a sua utilidade marginal da renda decresce na medida em que esta aumenta. Por exemplo, $u = a\sqrt{x} + b$, com $a < 1$, representa uma função de utilidade de um indivíduo avesso ao risco. Tomando-se por base a própria definição de concavidade de uma função, então um indivíduo é avesso ao risco se $u'' < 0$. (HERNANDEZ 2009, p. 174)

Em contrapartida, um indivíduo amante ao risco possui função estritamente convexa em relação à origem, o que significa que sua utilidade marginal da renda aumenta na medida em que a renda aumenta. Há também no contexto da incerteza, o indivíduo neutro ao risco. A diferença fundamental em relação ao indivíduo amante ao risco e avesso ao risco é que, nesta situação em particular, o agente é indiferente. Graficamente, tem-se:

2.3 Expectativas racionais e adaptativas moldadas pelo risco e incerteza

O risco é um componente indissociável em mercados cuja precificação é volátil. E, de fato, quanto maior o risco, maior a incerteza. No entanto, esta circunstância pode ser favorável,

dependendo do ativo de risco e seu tipo particular de retorno. O nível de risco pode moldar as expectativas, tanto no curto, como no longo prazo.

Esta expectativa assume a forma estatística da Esperança Matemática, que constitui uma projeção ou simulação do resultado mais certo ou incerto. A tomada de decisões racionais de acordo com as condições de incerteza constituiu num dos maiores problemas econômicos que atraiu o interesse de Keynes. Naquele tempo, os teóricos buscavam explicações para os fenômenos socioeconômicos em fatores irracionais.

Segundo Carvalho (2012), a sucessão de eventos de prosperidade e recessão era fruto de, respectivamente, otimismo e pessimismo exagerado dos agentes econômicos, gerados por aspectos irracionais. Por outro lado, Keynes, apesar de não negar a existência destes fatores, buscou investigar elementos não racionais no processo, o que levaria, também, a investigação dos elementos racionais e como ambos poderiam influenciar a escolha do consumidor.

Se a volatilidade é um parâmetro mensurador do risco, as expectativas racionais constituem um fator relevante na explicação parcial da tomada de decisão. Desse modo, a formação das expectativas é de suma relevância na determinação do preço, pois há um componente associado ao passado, com reflexos no presente em função das expectativas, que moldam o comportamento do agente diante do risco.

3. Análise e discussão de resultados

Relembra-se que este trabalho, a partir da série de preços do etanol comercializados em Mato Grosso de Janeiro de 2002 a Dezembro de 2014, com adoção dos modelos ARCH e GARCH, tem como objetivos específicos: estimar a volatilidade condicional dessa série de preços, assim como identificar a presença de persistência da volatilidade frente a choques nessa mesma série.

Através da estatística ARCH, pode-se constatar a presença de volatilidade na série investigada. Nesses casos, ou seja, em cenários em que se presencia a presença desse fenômeno, pode-se argumentar que há interferências pontuais entre as observações da série pesquisada, de ordem macroeconômica ou microeconômica, destarte, em algum grau, provocando comportamento heterogêneo nos dados. A tabela 1 apresenta o resultado do teste para heterocedasticidade da variância condicional da série ora investigada.

Tabela 1 - Teste para Heterocedasticidade: ARCH

Variáveis	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t	Probabilidade
ε^2	$\alpha_t=0,009$	0,002	4,28	0,0000
ε^2_{t-1}	$\beta_t = 0,28$	0,078	3,58	0,0005
Probabilidade(qui-quadrado)=0,0005				

Fonte: Elaborada pelos autores [6]

Como o coeficiente do termo defasado exibem estatísticas t significativas (ao nível de 5% de significância), infere-se que a série apresenta correlação entre as variâncias (condicionais) dos erros. Dessa maneira, constata-se a presença de heterocedasticidade nos resíduos, ratificada pelo valor do teste F = 12,82. [7]

Diante disso, a figura 2, logo a seguir, ilustra os valores dos resíduos da série. As duas trajetórias superiores indicam os valores efetivos e ajustados, aliás, quase que perfeitamente justapostos, enquanto a trajetória inferior (em cor azul) aponta os valores residuais.

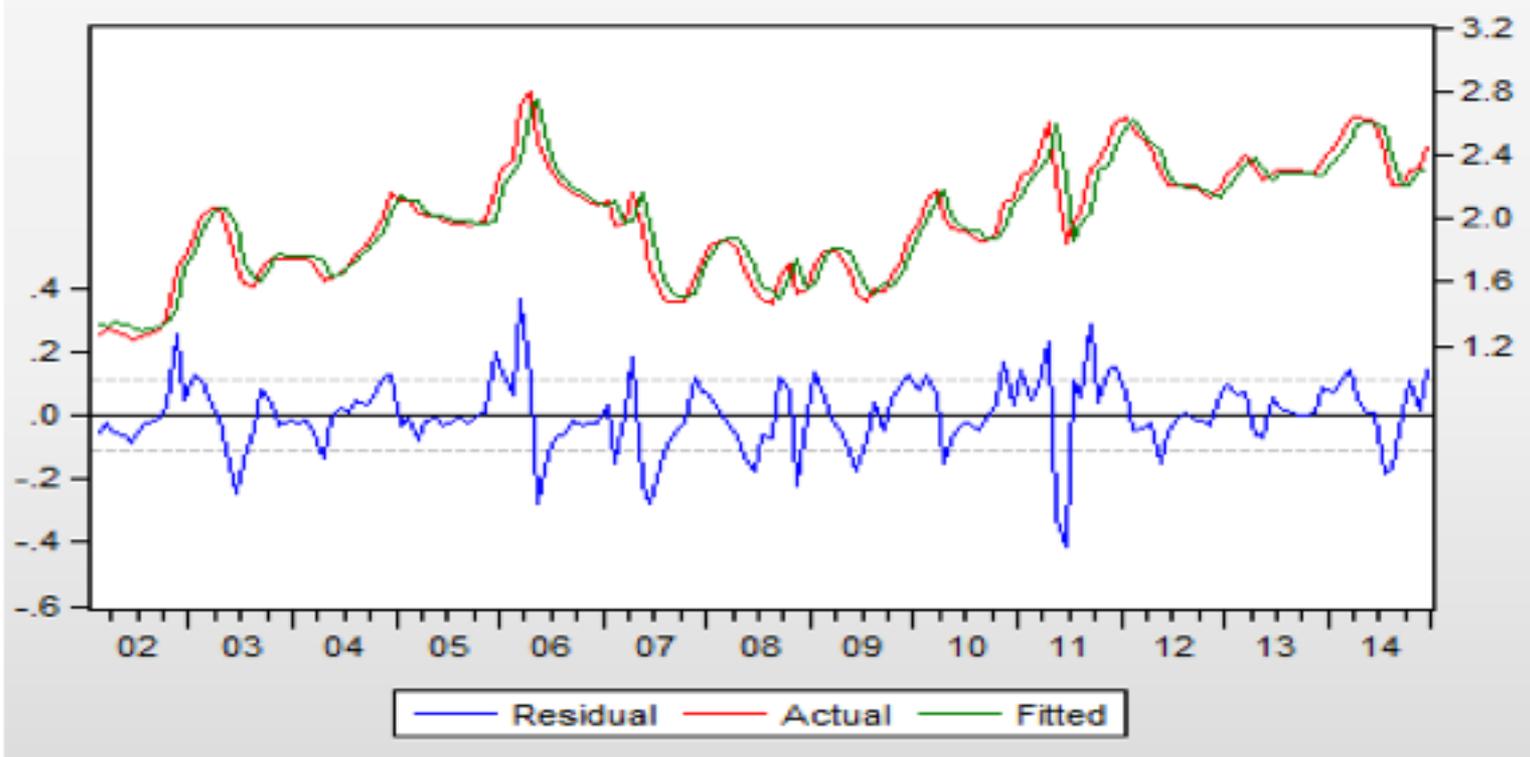


Figura 2 - Comportamento dos resíduos na série estimada
 Fonte: Elaborado pelos autores [8]

Após essas etapas, caminha-se para adoção dos modelos da “família GARCH”, com a finalidade de se verificar a presença ou não de volatilidade na série. Mais especificamente, procura-se identificar um modelo, obviamente, com coeficientes significativos, que apresentem os menores valores para os critérios de informação de Akaike (AIC) e de Schwarz (SBIC).

Tabela 2 - Estimação: Modelo GARCH

	Modelo	AIC	SCH
1	GARCH (2,0)	0,73	0,81
2	GARCH (1,0)	0,73	0,79
3	GARCH (2,2)	0,26	0,38
4	GARCH (2,1)	0,28	0,38

Fonte: Elaborada pelos autores com base em estimação no software Eviews.

Como se percebe, o modelo 3 exibiu o menor valor para o critério AIC, bem como para o critério de SCH. Entretanto, nesse caso, o critério AIC, um dos coeficientes fundamentais para a explicação da volatilidade na série, não apresentou significância estatística.

Nesses termos, em decorrência dessa evidência, esse modelo foi preterido, optando-se pelo modelo 4, que, de forma diferente do modelo 3, possui valores de AIC, assim como de SCH, com relevância estatística, ao nível de 5%.

Por oportuno, no modelo 4, todos os coeficientes estimados para a estimativa do modelo GARCH (2,1), incluindo o intercepto, apresentaram significância, de acordo com a estatística t, como pode ser notado logo a seguir na tabela 3, apontando, destarte, a presença de volatilidade, isto é, de grande variabilidade nos dados em discussão.

Dessa maneira, com base nessas evidências, confirma-se a primeira hipótese da pesquisa, que, relembra-se, postulou que a volatilidade, aferida pela variância condicional, estaria presente nos dados.

Tabela 3 - Resultados da Estimação GARCH: (t-Student)

	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística t	Probabilidade
Constante	0.014	0.0030	4.71	0.0000
ε^2_{t-1}	0.7140	0.2966	2.40	0.0161
σ^2_{t-1}	0.3045	0.1376	2.21	0.0269
σ^2_{t-2}	- 0.2103	0.0446	-4.71	0.0000

Fonte: Elaborada pelos autores com base em estimação no Eviews

Assim sendo, infere-se que o ambiente definido pela interação entre compradores e vendedores do etanol em Mato Grosso enseja condições para que a volatilidade enteja internalizada nesse mercado. Como é natural se inferir, a presença da volatilidade traz consigo resultado inevitável, dado que essas oscilações intrinsecamente se fazem acompanhar de inúmeros riscos, infiltrados nas relações de compra e venda no mercado de comercialização do etanol, pautado, como é de conhecimento coletivo, pela estrutura de mercado altamente oligopolizada.

Nesse contexto, ademais, inúmeras fontes de notícias, bem como diversos outros fenômenos econômicos exógenos podem afetar o padrão do movimento dos preços do etanol na economia regional. Essa dedução se suporta nos caracteres das condutas absolutamente racionais dos agentes econômicos que habitam esse mercado, considerando que esse ambiente se marca pela presença de informação incompleta no processo cognitivo dos agentes econômicos.

Portanto, com essa incompletude, a racionalidade desses agentes nitidamente resulta comprometida, logo, logicamente engendram-se as condições cognitivas para o surgimento e avanço do risco e/ou incerteza no mercado do etanol nas relações de compra e venda dos agentes econômicos em Mato Grosso.

Por sua vez, como o somatório dos coeficientes ($0.7140 + 0.3045 - 0.2103 = 0,8082$) da equação estimada, embora inferior à unidade, é relativamente elevado, verifica-se que os indicadores apontam a persistência de volatilidade nos dados. Como se sabe, essas métricas aferem a duração dos choques de volatilidade das estatísticas.

Nesse caso, em específico, como o somatório dos coeficientes se aproxima do número um, deduz-se que a velocidade de convergência dos choques sobre a volatilidade será relativamente reduzida, portanto, o processo de reversão à média da variância condicional exibe velocidade razoavelmente lenta. Independentemente dessa velocidade de convergência, ratificando-se, contata-se a presença de persistência da volatilidade dos dados, por conseguinte, confirmando a segunda hipótese da pesquisa.

Uma vez realizados essas análises e comentários, como ilustração, a figura 6 exibe alguns picos de volatilidade no período estudado, com destaque para o ano de 2006, ano em que ocorreram grandes volumes de vendas no mercado de automóveis movidos a biocombustíveis e aumentos no preço do etanol.

Nesse cenário, outrossim, o preço médio do etanol no estado de Mato Grosso apresentou relativa estabilidade em vários anos, como, por exemplo, se pode constatar em 2005 e 2010, evidenciando, entretantes, comportamento mais volátil em 2012 e 2014.

VOLATILIDADE

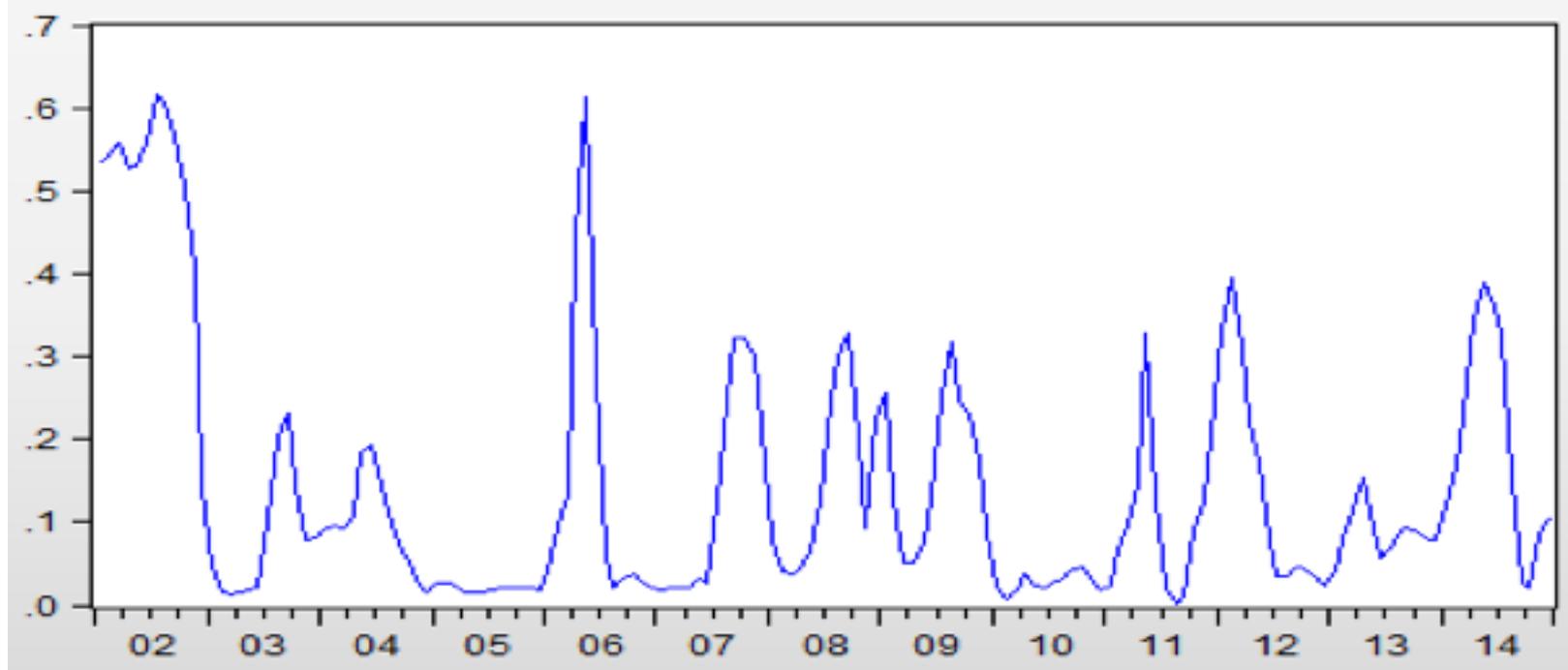


Figura 3. Estimação da volatilidade

Fonte: Elaborada pelos autores com base em estimação no Eviews

Uma vez mais, a volatilidade exibida pelo modelo econométrico estimado (GARCH (2,1)) confirma a hipótese de incerteza no mercado de compra e venda de etanol em Mato Grosso, revelando a presença de comportamento irregular nos preços da série observada. Ademais, como se abordou, a volatilidade estimada indica que há, em magnitude moderada, a presença de risco no mercado ora pesquisado.

Assim, deve-se considerar, com base nas expectativas racionais, que o preço médio do etanol deve manter, futuramente, comportamento volátil, indicando, nesses termos, a presença de risco para os agentes econômicos que transacionam no mercado de compra e venda desse produto, que, ratifica-se, especialmente o lado da oferta é habitado por pequeno número de grandes produtores, caracterizando, destarte, uma estrutura de mercado altamente oligopolizada.

Como a formação das expectativas racionais pode contribuir para que as decisões dos agentes econômicos tenham menos riscos e/ou incertezas? Como os riscos se pautam pelo conhecimento da distribuição de probabilidade dos eventos passados, a redução dos riscos passa, invariavelmente, pela expansão das informações, bem como dos conhecimentos inerentes ao mercado de compra e venda do etanol em Mato Grosso. Por vez, quanto à incerteza, que se marca pelo desconhecimento da distribuição de probabilidade dos eventos mais relevantes, nesse caso, a redução da incerteza se torna relativamente mais complexa e difícil, pois contempla, necessariamente, nessas circunstâncias, o incremento ou aprimoramento da capacidade cognitiva dos agentes econômicos.

4. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivos específicos estimar a volatilidade condicional dos preços do etanol para a economia de Mato Grosso, além de buscar a identificação da presença de persistência da volatilidade frente a choques. As hipóteses subjacentes a esses dois objetivos foram confirmadas pela estimativa de um modelo GARCH (2,1) para a série de preços de etanol relativa ao mercado de compra e venda em Mato Grosso.

Uma vez mais, os resultados estimados revelaram a presença de volatilidade, bem como de relativa persistência na variância (condicional) ou variabilidade dos dados componentes da série temporal pesquisada. Em específico, o mercado do etanol tem avançado no Brasil e no exterior, constituindo-se em alternativa relativamente promissora para os agentes econômicos regionais, contudo, o crescimento da compreensão para a melhoria da tomada de decisão pelos agentes

econômicos tem exigido alterações no padrão de produção das empresas, assim como dos consumidores.

Em grande parte, a oscilação ou volatilidade (equivalem-se) do preço do etanol pode ser explicada pelas altas nos preços dos principais insumos usados para fabricação do etanol no processo produtivo, pressões de demanda sobre os preços de produtos complementares, além de diversos fatores exógenos, como os usualmente relacionados ao mercado internacional, pautado por grandes oscilações, como as veiculadas pela taxa de câmbio e gradualmente internalizadas nas decisões dos agentes econômicos.

Destarte, como o preço do etanol praticado no estado de Mato Grosso se movimenta com razoável volatilidade, deduz-se que essa variabilidade acentua ou potencializa o risco de se produzir o produto. Como observação, ressalta-se que estado de Mato Grosso possui nível de produção significativo e crescente de etanol, entretanto, ainda aquém da produção dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul. Deve-se destacar ainda, a importância da formação das expectativas racionais dos agentes econômicos mais relevantes ao mercado, devido à presença da volatilidade, bem como da sua persistência ao longo do tempo e que apresenta velocidade de convergência para a média relativamente moderada.

O mercado de etanol é sensível às expectativas, o que, invariavelmente, afeta a volatilidade. Uma vez que as expectativas afetam o consumo e preço do produto. Os agentes são determinantes na contextualização da volatilidade a este mercado. O nível de interação entre os demandantes e ofertantes tem consequências sobre a volatilidade no preço. O nível de volatilidade evidencia que este mercado possui certo grau de risco, sendo o preço instável em determinados momentos. Entretanto, o risco é uma variável inevitável em empreendimentos com significativo viés de maximização do lucro.

Neste aspecto, o comportamento volátil do preço está associado a perspectiva de lucro econômico. O risco pode levar o produtor a grandes perdas, no entanto, pode obter, também, lucro extraordinário. Deste modo, a volatilidade no preço do etanol não deve ser compreendida como exclusivamente destrutiva ou como inibidora do crescimento deste mercado. Sendo uma variável de risco, está sujeita ao impacto das decisões no âmbito macroeconômico.

O caráter menos intervencionista que o governo adotou para este mercado mostrou que o preço está bastante vulnerável as leis do mercado, sendo influenciado, também, pelo cenário internacional e expectativas. Como a boa teoria econômica nos ensina e aconselha, as expectativas, sejam adaptativas, sejam racionais, se constituem em fatores relevantes para a tomada racional de decisão dos agentes econômicos.

Referências bibliográficas

ASSAF NETO, Alexandre; LIMA, Fabiano Guasti. Curso de Administração Financeira. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BOLLERSLEV, T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Journal of Econometrics, Vol. 31, pp. 307-327, 1986.

BRASIL- ANP. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: Acesso em: 19/10/2015

BRASIL. SINDALCOOL/MT- Sindicato da Indústria Sucroalcooleira de Mato Grosso. Disponível em: Acesso em: 12/10/2015

BRASIL. UNICA- União da Indústria de Cana de Açúcar. Disponível em: . Acesso em: 15/11/2015.

BUENO, Rodrigo de Losso da Silveira. Econometria de Séries Temporais. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

CAGAN, P. (1956). The Monetary Dynamics of Hyperinflation. In Friedman, M. (ed.) (1981). Studies in the Quantity Theory of Money. Chicago: The University of Chicago Press.

- CAMARGOS, Luiz Rogério de.** Fundamentos para uma Teoria de Expectativa Econômica. Tese. Escola de Economia de São Paulo- FGV. Ano: 2004. Cidade: São Paulo.
- CARVALHO, E. R. A.** (2012). Bolhas especulativas e preços de imóveis na cidade de São Paulo. Revista do Parlamento Paulistano, v. 2, nº 2: 66-80, janeiro/junho.
- CASTRO, G. R.** Modelo de previsão de demanda por combustíveis automotivos no Brasil. 2012. Monografia (Bacharelado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: . Acesso em: 21/12/2015.
- ENGLE, R.** Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of UK Inflation. Econometrica, Vol. 50, pp. 987-1007, 1982.
- ENDERS, W.** Applied econometric time series. New York: John Wiley & Sons, 2004.
- ESTADOS UNIDOS- Departamento Americano de Energia.** Disponível em: Acesso em: 23/10/2015
- FIORUCI, José Augusto.** Modelagem de Volatilidade via Modelos Garch com Erros Assimétricos: Abordagem Bayesiana. Dissertação. USP-São Carlos, 2012.
- FISCHER, S.** Robert Lucas Nobel Memorial Prize. Scandinavian Journal of Economics, March, 1996.
- GARELLO, P.** Uncertainty and subjectivism: the role of uncertainty in the Austrian School" in SCHMIDT, C. (ed.), Uncertainty in Economic Thought, Aldershot, Elgar. (1996).
- HERÊNCIA, M. E. Z.** Volatilidade nos modelos ARCH e variância estocástica: um estudo comparativo. Campinas, Unicamp, 1997. (Dissertação de Mestrado.).
- HERÊNCIA, M. Z.; HOTTA, L. K.; VALLS, P. L. V.** Filtragem e Previsão com Modelos de Volatilidade Estocástica versus GARCH. Revista Brasileira de Economia, 52 (2), p. 241-278, abr./jun., 1998.
- HERNANDEZ, José Carrera.** Curso Básico de Microeconomia. Cidade: Salvador. Instituição: Universidade Federal da Bahia. Editora Edufba, em 2009.
- LAWSON T.** Probability and Uncertainty in Economic Analysis. Journal of Post Keynesian Economics, (1988), 11: 38-65.
- LUCAS, R. E. Jr.** Econometric Policy Evaluation: A Critique. In: K. Brunner e A. Meltzer (eds.) The Phillips Curve and Labor Markets . Amsterdam: North-Holland. Carnegie-Rochester Series on Public Policy. 1976.
- MORAIS, I. A. C. & PORTUGAL, M. S.** Modelagem e previsão de volatilidade determinística e estocástica para a série do Ibovespa. Estudos Econômicos, 29 (3): 303-41, 1999.
- MUTH, J.F.** Rational Expectations and the Theory of Price Movements. Econometrica, July, 1960; 1961.
- PERLMAN, B., & McCann, L. I..** Recruiting Good College Faculty: Practice Advice for a Successful Search. Bolton, MA: Anker. (1996).
- SANTOS, M.L. dos & VIEIRA, W. da C.** Métodos Quantitativos em Economia. Viçosa, UFV, 2004.
- SARGENT, T. J; WALLACE, N.** Expectations and the Nonneutrality of Lucas. Journal of Monetary Economics, June, 1996. Sargent, T.J. 2008. "rational expectations." The New Palgrave Dictionary of Economics . S. N. Durlauf e L. E. Blume. Palgrave Macmillan, 2008. The New Palgrave Dictionary of Economics Online. Palgrave Macmillan. Disponível em: http://www.dictionaryofeconomics.com/article id=pde2008_R000025. Acesso em: 20/01/2016.
- SAVAGE, L.** The Foundations of Statistics. Nova York: John Wiley and Sons. Edição revista e ampliada. (1954) Nova York : Dover, 1972.
- VANDAELE, W.** Applied time series and Box-Jenkins models. 1. ed. New York: Academic Press, 1983. 417 pg.

1. Mestre em Economia pela Universidade Federal de Mato Grosso e, atualmente, é servidora pública do IFMT. E-mail para contato: darienzo.alves@hotmail.com
 2. Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Pernambuco e, atualmente, atua como professor da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail para contato: bdp@terra.com.br
 3. O programa Pró-Álcool ou Programa Nacional do Álcool, criado pelo governo federal em 1975, tencionava substituir em larga escala combustíveis veiculares derivados de petróleo por álcool.
 4. Tradução livre: Modelos ARCH e GARCH tornaram-se muito populares, uma vez que permitem ao econometrista estimar a variância de uma série em um determinado ponto no tempo. Para ilustrar a distinção entre a variância condicional e a variância incondicional, considere a natureza do processo de negociação salarial. Claramente, as empresas e os sindicatos precisam prever a taxa de inflação ao longo da duração do contrato de trabalho. Denotando π_t como a taxa esperada de inflação condicional para $t + 1$ e π em oposição à média incondicional ou variância incondicional. Da mesma forma, como mencionado acima, os modelos de precificação de ativos indicam que o prêmio de risco dependerá do retorno esperado e variância desse retorno. A medida de risco relevante é o risco durante o período de exploração, não o risco incondicional.
 5. Disponível em: www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=6658600 (2015)
 6. A estimação foi realizada por meio do software Eviews 9.0, como consta no anexo, p.79.
 7. Ver anexo. p.79
 8. Gráfico gerado a partir da estimação no software Eviews 9.0. As informações da estimação encontram-se no anexo.
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 03) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados