

ANÁLISE DA VOLATILIDADE DO PREÇO DO CACAU NO MERCADO DE FUTUROS DE NOVA YORK (CSCE): UMA APLICAÇÃO DOS MODELOS GARCH

Leila de Fátima de Oliveira Monte - IDESP

E-mail: leila_monte@yahoo.com.br

CV: <http://lattes.cnpq.br/9729363486863219>

Mário Miguel Amin - UNAMA

E-mail: marioamin@gmail.com

CV: <http://lattes.cnpq.br/5467018390254879>

Heriberto Wagner Amanajás Pena – UFRA

E – mail: heripena@yahoo.com.br

CV: <http://lattes.cnpq.br/0981188931645364>

RESUMO

Em um ambiente de incertezas e elevada volatilidade os retornos dos ativos se apresentam menos propícios a investimentos. As preferências em relação aos riscos são expressas com base nos valores esperados das possibilidades de ganhos e perdas, sendo que o valor esperado mais elevado é sempre preferível ao valor esperado mais baixo. Este artigo discute a dinâmica da volatilidade no mercado de futuros do cacau cotado na Bolsa de Nova Iorque (CSCE). Se estimou o modelo GARCH no qual o coeficiente β , indica a persistência da volatilidade mostrando que os retornos do cacau são sensíveis a qualquer turbulência no mercado. Dessa forma a volatilidade nos retornos do cacau se apresentam de forma agrupada onde um anúncio antecipado de boas notícias no mercado como o aumento da demanda por cacau promove grandes retornos positivos, portanto os investidores se sentem à vontade para negociar contratos de cacau, uma vez que a volatilidade do mercado diminuiu naquele instante demonstrando, também que o investidor toma a postura aversa ao risco. Pode-se concluir que os retornos do cacau não apresentam a causa secundária da assimetria da volatilidade, ou seja, o efeito alavancagem.

PALAVRAS-CHAVE: volatilidade, retorno do cacau, aversão ao risco, persistência da volatilidade.

ABSTRACT

In an environment of uncertainty and high volatility asset returns appear less conducive to investment. Preferences regarding the risks are expressed based on the expected values of the potential gains and losses, where the highest expected value is always preferable to lower expected value. This article discusses the dynamics of the volatility in the futures market of cocoa listed on New York Stock Exchange (CSCE). The estimated GARCH model, where the coefficient β indicates the persistence of volatility showing that the cocoa returns are sensitive to any market turbulence. Thus the volatility in the cocoa returns are present in grouped form where a premature announcement of good news in the market as an increased demand for cocoa promotes large positive returns, therefore, the investors feel free to negotiate cocoa contracts, since market volatility decreased at that moment demonstrating also that the investor is risk averse. It can be concluded that cocoa returns do not exhibit the secondary cause of asymmetric volatility, or the leverage effect.

KEYWORDS: volatility , return of cocoa, risk aversion , volatility persistence .

1 INTRODUÇÃO

A modelização e a previsão da volatilidade têm sido um dos objetos recentes de investigação teórica e empírica na área dos investimentos financeiros em *commodities* nos mercados de futuros. Inúmeros trabalhos realizados nesta área demonstraram o interesse de se estudar a dinâmica da volatilidade e a sua influência na composição dos riscos financeiros inerentes aos investimentos em contratos de futuros. Por volatilidade entende-se a situação em que o retorno de uma determinada aplicação oscila significativamente em um determinado período de tempo.

O conceito de volatilidade é referente às grandes flutuações de preços de um ativo no mercado de futuros, que mede a incerteza dos investidores quanto aos retornos proporcionados pelos mesmos. A volatilidade dos retornos de preços de um ativo (*commodity*) trabalha no sentido da passagem do tempo. Quanto maior a volatilidade, maior a probabilidade da *commodity* não influir retorno aos seus investidores. Isso porque a maior volatilidade também aumenta o intervalo de variação possível para o preço do ativo (*commodity*). Assim, quanto maior a volatilidade, maior a probabilidade dos retornos dos ativos serem diferentes do esperado pelo investidor (SOUZA, 1996). Em função da grande importância da volatilidade nos mercados de futuros para a medição de riscos de um determinado ativo, este trabalho se propõe a analisar a dinâmica da volatilidade nos retornos de preço do cacau no mercado de futuros de Nova Iorque (*Coffee, Sugar, Cocoa and Exchange* - CSCE), no período de 03.01.1989 a 30.12.2005.

No final da última década, a área de análise e de gerenciamento de riscos transformou-se em um foco de preocupação dos agentes reguladores e das instituições financeiras, onde a capacidade de definir o que poderá acontecer no futuro e de optar entre várias alternativas é central na sociedade contemporânea. Desta forma, os agentes econômicos que atuam nos mercados de futuros e financeiros buscam a máxima compreensão dos riscos a que estão sujeitos a fim de tomar as decisões mais corretas possíveis, em relação aos seus investimentos, tomando posições aversas aos riscos. Em mercados de futuros, os agentes econômicos, tais como *hedgers*, especuladores, produtores e indústrias, firmam suas posições no mercado (compra e venda), para realizarem investimentos a curto e longo prazo, escolhendo entre uma cesta de ativos (*commodities*, moedas, taxas de juros etc.), o que possa gerar mais retornos e menos riscos, se, logicamente o investidor for averso ao risco.

Desta forma, esses agentes econômicos realizam seus investimentos, não aleatoriamente, sem quaisquer precauções em relação aos retornos dos ativos. Contudo, antes da realização dos investimentos, esses agentes econômicos estudam a possibilidade de ganhos e perdas do ativo, para em seguida formular as suas estratégias e posições no mercado de futuros. Ressalta-se, neste ponto, a questão da informação, que provavelmente terá alguma influência na formulação de estratégias de negociação de contratos futuros. Sendo a informação, talvez, um processo importante na formação dos preços futuros de um ativo, quando os agentes econômicos formulam suas estratégias de compra e venda nos mercados de futuros esta se coloca como o ponto-chave nas decisões de investimentos.

Não obstante, a questão da informação em mercados de futuros, possivelmente, não se constitui de forma eficiente, de modo que os investidores (agentes econômicos) saibam o comportamento do mercado, a tendência dos preços dos ativos (mercados à vista ou de futuros), o comportamento dos outros agentes participantes do mesmo mercado, e outros de

mercados diferentes. Portanto, neste cenário de incertezas, talvez a questão da assimetria de informação esteja influenciando a volatilidade nos retornos dos preços do ativo investido.

A assimetria de informação pode, talvez, divergir o comportamento dos agentes econômicos em relação à sua tomada de decisão em investir em um determinado ativo. As informações que esses agentes adquirem se desenvolvem através daquelas que eles mesmos sabem, ou àquelas divulgadas em jornais, internet, ou pelos mercados futuros em questão.

Se a atitude do investidor mediante as divergências de informações for aversa ao risco, talvez ele realize suas estratégias de investimentos em ativos que lhe proporcione mais retorno com menos riscos. Com este propósito, diversas instituições financeiras procuram formular as estratégias de investimentos dos seus clientes, procurando mensurar, empiricamente, a volatilidade nos retornos dos ativos, uma vez que, esta possivelmente, seja influenciada pelas constantes informações que chegam ao mercado antecipando ou não os riscos de investimentos, o que corresponde ao agrupamento da volatilidade.

Neste sentido, um importante questionamento consubstancia a problemática deste trabalho: Até que ponto a volatilidade do preço do cacau afeta as decisões de investimentos dos agentes aversos aos riscos no mercado de futuros de Nova Iorque (CSCE)?

Pretende-se, com este estudo através da aplicação do modelo GARCH e suas variantes (modelos EGARCH e TARARCH), analisar a dinâmica da volatilidade na série histórica de preços do cacau negociados na Bolsa de Nova Iorque (CSCE) enfatizando as causas e as consequências da mesma, para a formação de preços no mercado de futuros do cacau. Espera-se, com este trabalho, contribuir, também para o debate acerca da volatilidade de preços dos ativos em mercado de futuros, ao propor uma análise centrada nos riscos deste investimento, cujos retornos são caracterizados pelo alto grau de incerteza que influencia o comportamento do investidor em relação ao ativo em questão, sendo, talvez, a sua posição neste mercado aversa ao risco.

Este trabalho está organizado em quatro capítulos além desta introdução. O segundo capítulo corresponde ao marco teórico que retrata uma introdução ao mercado de futuros, enfatizando os agentes participantes, contratos futuros e formação de preços futuros. Também este capítulo discorrerá os fundamentos de riscos e retornos, a teoria da aversão ao risco que será desenvolvida de acordo com a diversificação e a função utilidade e a volatilidade e sua influência na formação de preços dos ativos. O terceiro capítulo é o instrumental analítico sobre os modelos GARCH. O quarto capítulo descreve a metodologia usada neste trabalho, como a fonte de dados e a análise preliminar dos dados e o quinto capítulo retrata a discussão dos resultados.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 MERCADO DE FUTUROS

O mercado de futuros tem sua história diretamente vinculada à necessidade de administração do risco de alterações nos preços dos ativos, originalmente *commodities* e, mais recentemente, também ativos financeiros. A busca por proteção aos preços agrícolas era grande desde os tempos medievais, tendo-se notícias de que a realização de acordos contratuais entre indivíduos para pagamento e entrega numa data futura já era significativa nas feiras medievais da Europa do século XII. Entretanto, o Mercado de Futuros organizado só teve início em 1848, quando foi criada a *Chicago Board of Trade*, negociando contratos de milho. Até o princípio da década de 1970, os negócios com mercadorias representavam a quase totalidade dos negócios realizados em mercados de futuros organizados (CRUZ, 2005).

Neste sentido, Hull (1996) conceitua Mercado de Futuros como o lugar onde se negocia contratos de entrega ou recebimento futuro de produtos por um preço estabelecido. Esse

acerto de preços comum pode remover a incerteza a respeito do preço futuro de uma *commodity*, tanto do ponto de vista do produtor que busca se proteger das quedas nos preços de seus produtos, quanto do ponto de vista do processador agrícola que busca se proteger de possíveis elevações de preços futuros.

Os agentes econômicos usam o mercado de futuros ora para diversificar o seu portfólio de ativos ou mesmo para negociar em um ativo cujo risco de rentabilidade se mostra abaixo das expectativas de ganhos futuros, expondo-se aos riscos. No entanto, o comportamento dos agentes participantes do mercado de futuros se difere um dos outros, haja vista que os mesmos formalizam suas estratégias de ganhos ou rentabilidade de acordo com a expectativa de preços a futuro do ativo que se está negociando.

Isto, por sua vez, implica na assimetria de informações em mercados de futuros, onde uma queda de preços é uma má notícia para os investidores, ao passo que um aumento de preços é uma boa notícia, quando se associa aos investimentos financeiros. Porém, o oposto ocorre nos mercados em *commodities*, onde as quedas de preços são boas notícias, enquanto os aumentos de preços são más notícias, isto é, quando os agentes econômicos no mercado de futuros são, simultaneamente, processador agrícola e produtor agrícola (ALEXANDER, 2005).

A entrada e saída de informações em mercado de futuros originam a volatilidade nos retornos dos ativos negociados, o que por sua vez, demonstra o ambiente de incerteza no quais os investidores estão investindo. Segundo Cruz (2005), alguns especialistas chegam a afirmar que nos mercados de futuros só se negocia uma única mercadoria, o risco, e daí decorrer o fato de que, quem procura uma bolsa de futuros está interessado em comprar ou vender riscos. É neste sentido, que os contratos de futuros são encarados como veículo para a transferência de riscos: de alguém interessado em se livrar do risco para alguém interessado em especular com esse risco.

2.2 AGENTES PARTICIPANTES DO MERCADO DE FUTUROS

O mercado de futuros de qualquer ativo é composto por agentes econômicos participantes que buscam a concretização de objetivos diferenciados que maximizem os seus retornos de investimento. Dentre os agentes econômicos que participam deste mercado têm-se os *hedgers*, especuladores, produtores e indústrias do setor. Cruz (2005) e Hull (1996) discorrem sobre os *hedgers* dizendo que eles são agentes participantes do mercado de futuros que o utilizam para reduzir determinado risco que possam enfrentar no futuro.

Para eliminar esses riscos no futuro, os *hedgers* que são formados por produtores, *traders*, processadores, distribuidores, exportadores, importadores e indústrias, assumem a estratégia de *hedge* com contratos futuros que consiste em se tomar uma posição vendida no mercado futuro e comprada no mercado físico (*hedge* de venda), ou vice-versa (*hedge* de compra), de tal forma que, como os preços à vista e futuro tendem a variar no mesmo sentido, haverá, ganhos em um mercado e perda em outro. A questão relevante para quem faz um *hedge* é se o ganho em um mercado compensará a perda em outro.

Cruz (2005) e Lamounier (2001) enfatizam que um *hedger*, vendedor de contratos de futuros, é aquele que, geralmente, detém o produto físico como, por exemplo, os produtores rurais, e que dessa maneira procura através desses contratos se assegurar contra uma eventual baixa de preços em uma data específica no futuro (como a data da comercialização da safra agrícola). Esta posição ocupada no mercado é chamada de *short* ou vendida que se contrapõe a ocupada por um processador agrícola de cacau, por exemplo, que busca se proteger de uma eventual alta nos preços dos produtos que irá receber. Esta posição no mercado se chama posição compradora ou *long*.

Outro participante do mercado de futuros é o especulador. Bodie (2000) analisa que, se um especulador usa um contrato de futuros para se beneficiar das movimentações nos preços futuros, outro investidor buscará proteção contra essas movimentações de preços. Porém, se um especulador acreditar que os preços irão subir, eles tomarão uma posição comprada para os lucros esperados. Caso contrário, eles explorarão as quedas de preço esperado, adotando uma posição vendida.

Lamounier (2001) enfatiza que a finalidade dos produtores agrícolas individuais em negociar contratos de futuros consiste no planejamento de longo prazo dos seus negócios e na determinação e controle dos riscos inerentes a sua atividade, e, também na melhor alocação das suas propriedades e recursos produtivos, ou seja, na seleção do quê, quando e como produzir.

A interação desses agentes econômicos no mercado de futuros é válida quando ambos assumem um compromisso de compra ou venda de um determinado ativo numa data específica no futuro, por um preço previamente estabelecido, ou seja, quando negociam preços firmando, assim, um contrato futuro.

2.3 CONTRATOS DE FUTUROS E FORMAÇÃO DE PREÇOS FUTUROS

Bodie (2000) conceitua contrato futuro como um acordo entre duas partes para permutar ativos ou serviços em uma época especificada no futuro e a um preço acordado na época do contrato, ou seja, o preço de futuros. Nesses contratos a negociação se dá de forma convencional, onde uma parte concorda em fornecer uma *commodity* ou título em alguma época no futuro, em troca do acordo da outra parte em pagar um preço combinado na ocasião do fornecimento, logo o primeiro é o vendedor de contrato de futuros, e o último o comprador.

A negociação em contratos de futuros se dá por meio de câmara de compensações¹, onde um investidor entra em contato com um corretor para estabelecer uma posição de futuros e a empresa de corretagem envia o pedido para o negociante da empresa no pregão dos futuros. Sendo assim, os negociantes usam a voz ou sinais com as mãos para expressar os seus desejos de comprar e vender (BODIE, 2000).

Os preços negociados em mercado de futuros de um determinado ativo são formados pela interação entre a oferta e a demanda por determinado papel no mercado. Assim, se houver mais investidores interessados em comprar um determinado ativo a futuro para um específico vencimento do que investidor que queiram vendê-lo, o ativo naturalmente obterá uma elevação no seu preço, pois os investidores estarão dispostos a pagar mais para obterem o ativo e vice-versa.

A formação de preços de futuros pode ser considerada no contexto de uma aposta, onde diversos participantes no mercado de futuros esperam que o retorno dos preços dos ativos negociados seja numa data futura, maior do que aqueles previstos por eles. No entanto, a previsão de preços futuros implica riscos nos retornos dos ativos, o que pode causar perdas para o participante do mercado.

Neste ambiente de incerteza, os investidores tentarão se beneficiar com a volatilidade, ou riscos, que os retornos dos ativos negociados enfrentam neste mercado. Outro fator que influencia a formação de preços de futuros são as informações que chegam aos mercados. Se estas forem benéficas ao mercado, os preços futuros se formarão com baixos riscos (baixa volatilidade), caso contrário, os participantes do mercado terão que enfrentar altas volatilidades, o que implica em riscos acentuados nos retornos do ativo negociado.

¹ Entende-se por câmara de compensação uma agência associada a uma bolsa que garante todas as negociações, assegurando ainda a entrega dos contratos e/ou a sua liquidação financeira. A câmara de compensação torna-se o comprador para todos os vendedores e o vendedor para todos os compradores.

2.4 FUNDAMENTOS DE RISCOS E RETORNOS

Em um ambiente de incertezas e elevadas volatilidades nos retornos de um determinado ativo, os participantes do mercado devem prever o risco que se insere nos retornos, uma vez que há uma relação entre o retorno e o risco. Desta forma, se desenvolve a atitude do participante do mercado em relação aos seus investimentos futuros, pois, a escolha pelo melhor ativo dentre todos outros eficientes dependerá de sua atitude com relação ao risco. Ora se “um investidor for muito avesso à tomada de riscos, provavelmente ele seja mais propenso a escolher portfólio de retornos e risco mais baixos em vez de portfólio de retorno e risco mais elevados” (ALEXANDER, 2005, p.211).

As preferências em relação ao risco podem ser expressas racionalmente, se os tomadores de decisões aceitarem algumas regras elementares de comportamento que, para a maioria deles, são naturais. Essas preferências dos investidores em mercados de futuros são formuladas com base nos valores esperados das possibilidades de ganhos ou perdas, sendo que o valor esperado mais elevado é sempre preferível ao valor esperado mais baixo.

Silva e Belderrain (2003) discorrem que, um investidor cuja atitude seja adversa ao risco, à ordenação de suas preferências não pode efetuar-se com base nos valores esperados das possibilidades, na medida em que o valor esperado sobrevaloriza o valor das possibilidades.

Se a atitude do investidor for atrativa ao risco, a sua valorização de possibilidade de ganho será superior ao seu valor esperado, onde a ordenação de suas preferências não pode se efetuar com base nos valores esperados, na medida em que estes sub-valorizam a utilidade que os agentes econômicos retiram do consumo.

2.5 AVERSÃO AO RISCO E A DIVERSIFICAÇÃO

Diversas situações em que os agentes econômicos fazem escolhas, geralmente envolvem algum tipo de incerteza. Em vários casos, é razoável ignorar esse problema e trabalhar sob a hipótese de certeza. Em outros casos, porém, a incerteza está na raiz do problema. Quando um investidor é averso ao risco, a sua melhor escolha de investimento em um ativo, será aquela cujo retorno é maior e riscos mais baixos. Desta forma, a sua alocação ótima de um ativo lhe proporcionará ganhos, pois dentre uma cesta de ativos com diferentes proporções de riscos, a sua escolha foi maximizada através do grau de utilidade que o ativo lhe proporcionou, em termos de retornos esperados.

A maior parte das escolhas feitas pelas pessoas envolve certo grau de incerteza em relação às suas conseqüências. Em particular, a aquisição de ativos financeiros e os projetos de investimentos proporcionam fluxos financeiros incertos. Certamente a noção de risco como sinônimo de grau de incerteza em relação a eventos futuros não é recente na história da humanidade. Ora dado um conjunto de eventos que podem ocorrer quando alguém se propõe a atingir determinados objetivos, são considerados sucessos os eventos que permitem atingir os objetivos e fracassos os eventos que não permitem atingir o objetivo esperado (GALDÃO; FAMA, 2005).

Em ambientes de incertezas, os investidores tomam as suas preferências em relação ao risco para provar a existência da função utilidade, que associa uma quantia monetária de modo que o investidor deverá escolher entre dois investimentos de riscos, neste sentido, ele

sempre preferirá o investimento com a máxima utilidade esperada². Neste caso, a preferência com relação ao risco do investidor será expressa pela curvatura da função utilidade. Se esta curvatura da função utilidade for menor que zero, o investidor é averso ao risco, ou seja, o equivalente certo do investimento é menor que seu esperado. Isto pode ser contemplado, também como uma diminuição marginal da riqueza do investidor, que o caracterizará como averso ao risco, dado a sua função utilidade esperada (ALEXANDER, 2005).

Alexander (2005) e Coimbra (2005) discorrem três regras elementares ou princípios básicos da Teoria da Escolha de comportamento dos investidores. O primeiro corresponde às preferências transitivas, sendo esta aquela que um investidor diz preferir o resultado A em vez do resultado B e que também prefere B em vez de C, então ele deve preferir A em vez de C.

Quando as preferências são independentes, o investidor é indiferente aos resultados A e B, ele também é indiferente aos dois jogos A com probabilidade p e C com probabilidade 1-p e B com probabilidade p e C com probabilidade 1-p qualquer que seja o resultado C.

Quanto às preferências equivalentes certas, qualquer que seja o jogo, existe um valor chamado equivalente certo, definido como sendo o valor ao qual o investidor é indiferente entre ele e o jogo. Essas três regras são suficientes para provar a existência da função utilidade que associa um número real a qualquer quantia monetária de modo que o investidor escolherá entre dois investimentos de riscos, aquele que proporcione o menor risco e o maior retorno.

Serra (2006) enfatiza que a escolha entre dois investimentos para um determinado horizonte de tempo, deve levar em conta o conjunto de oportunidades de investimentos e preferências. Se, por exemplo, um investidor queira maximizar riqueza, ele estará atraindo mais riscos à medida que os seus investimentos aumentarem. Caso contrário, os investidores estão dispostos a minimizar os riscos dos seus investimentos, isto é, a sua decisão de investimentos lhe proporcionará ganhos em ativos de menor risco (posição tomada de aversão ao risco).

Como a função utilidade traduz o perfil de risco e permite fazer hierarquias de preferências, o critério de escolha será a maximização da utilidade esperada. Se um investidor admitir que as suas preferências possam ser bem caracterizadas no espaço bidimensional, a sua escolha estará atrelada a dois parâmetros risco e retorno. Neste sentido, se o retorno esperado for alto, maior será a utilidade esperada do investidor. Agora, se o risco for alto menor será a utilidade esperada do investidor, o que reflete a existência da volatilidade do ativo em relação ao seu retorno (SERRA, 2006).

2.6 A VOLATILIDADE EM MERCADOS DE FUTUROS

É muito importante na escolha de um determinado investimento levar-se em conta não apenas a dimensão dos retornos potenciais esperados, mas também a dos riscos potenciais envolvidos. Nos mercados financeiros a volatilidade tem se apresentado de forma acentuada, uma das razões para isso é a habilidade crescente das instituições financeiras de criar alavancagem. Desta forma, por exemplo, os fundos de *hedge* podem alcançar posições altamente alavancadas porque os seus modelos são supostamente projetados para diversificar a maior parte dos riscos, o que caracteriza as atividades financeiras como instáveis e arriscadas em razão da sua própria natureza.

Conforme Swaray (2002), a origem da volatilidade difere para os diferentes tipos de *commodities*. No caso das *commodities* primárias, a volatilidade do preço surgiria, sobretudo, devido a distúrbios na oferta; enquanto para matérias-primas industriais, ela seria resultado de

² Segundo Alexander (2005, p.212) a utilidade esperada de um ativo pode ser definida como $EU(P) = \sum p_i U(W_i)$ em que W_i são os resultados possíveis com probabilidades p_1, \dots, p_n em termos da riqueza final resultante do investimento P.

distúrbios na demanda. A interação de tais distúrbios com a demanda de curto de prazo e as elasticidades da oferta resultaria em acentuadas flutuações de preços.

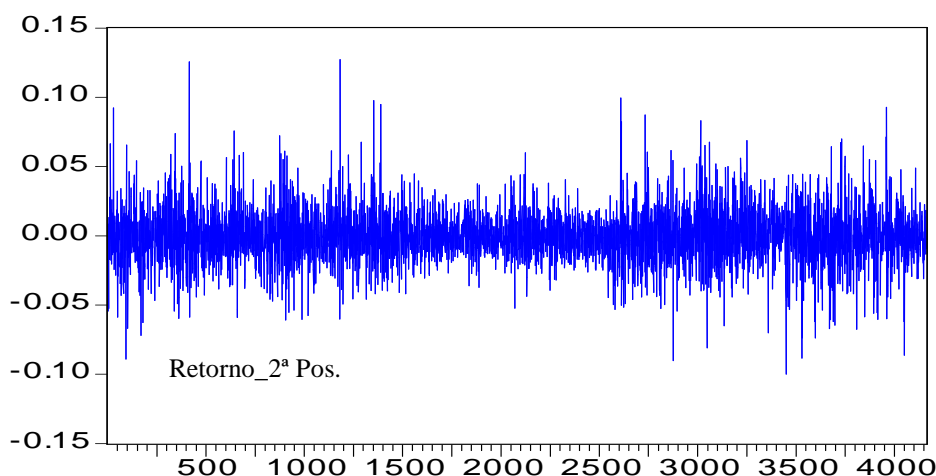
Alexander (2005) discorre que a natureza da volatilidade em mercados financeiros e de *commodities*, é observada através da variação dos preços dos ativos que se está negociando. Como é difícil de prever as variações dos ativos no futuro, os sucessivos retornos podem estar relacionados de forma independente entre si. “Significa dizer que a incerteza cresce à medida que o prazo aumenta e, portanto, a distribuição dos retornos torna-se mais dispersas elevando a sua variância” (ALEXANDER, 2005, p.5).

Neto (2000) enfatiza que existem diversas formas de se estimar a volatilidade futura. A mais usada é medir a volatilidade passada e pressupor que o ativo irá apresentar o mesmo comportamento até seu vencimento. Em sua mensuração empírica a estimativa da volatilidade futura impõe a escolha de um período de tempo e retira da amostra dos dados passados o que irá interessar perceber no período futuro. Ou seja, o comportamento do mercado apresentará na amostra escolhida algo parecido com o comportamento que o mercado irá apresentar no período futuro de vigência do contrato futuro.

A volatilidade variável no tempo está no contexto da variação do retorno em uma série de dados. Logo, uma distribuição condicional é aquela que controla o retorno em um particular instante no tempo. Este tipo de volatilidade é captado em modelos cujas variâncias tendem a ser dinâmicas durante as séries de dados. Fatores como agrupamento de volatilidade, efeito alavancagem e assimetria da volatilidade são vistas no contexto da volatilidade condicional.

Alexander (2005) discorre sobre o agrupamento da volatilidade, assim como Engle (2004), ao enfatizar que esta advém de anúncios antecipados ou não, que podem influenciar na tomada de decisões dos agentes econômicos em relação aos seus investimentos. Neste sentido, a evidência do agrupamento da volatilidade é mais pronunciada em dados intradiários. Onde períodos de grandes turbulências são caracterizados por períodos de alta volatilidade, o que implica alto risco nos retornos dos ativos, enquanto que, um anúncio antecipado levará os investidores a tomar decisões satisfatórias em seus investimentos, escolhendo entre uma cesta de ativos, aqueles que lhe proporcionem altos retornos e menos riscos, conforme se observa no Gráfico 1, que representa o agrupamento de volatilidade nos retornos do cacau negociados na CSCE, no período de janeiro de 1989 a dezembro de 2005.

Gráfico 1: *Clustering* dos retornos dos preços futuros de cacau



Fonte: Elaborada com base nos dados da CSCE (2005).

O efeito alavancagem é a característica da volatilidade que expressa a influência do mercado sobre a dinâmica dos preços dos ativos, que segundo Tsay:

Although volatility is not directly observable, it has some characteristics that are commonly seen in asset returns. First, there exist volatility clusters (i.e, volatility may be high for certain time periods and low for other periods). Second, volatility evolves over time in a continuous manner – that is, volatility jumps are rare. Third, volatility does not diverge to infinity- that is, volatility varies within some fixed range. Statistically speaking, this means that volatility is often stationary. Fourth, volatility seems to react differently to a big price increase or a big price drop (TSAY, 2002, p.79).

A análise da dinâmica da volatilidade possibilita que os investidores saibam as trajetórias dos retornos que está sendo investido, pois indica se o preço do ativo está variando pouco ou muito, ou seja, ela é uma medida da incerteza quanto às variações de preços. Em épocas em que a variabilidade dos preços está muito alta são aquelas que possibilitam maiores lucros, ou também as maiores perdas, isto é, são aquelas em que o risco é maior. Já quando a volatilidade é baixa, o risco é menor. A relação é óbvia e, naturalmente, um investidor somente assumiria uma posição de alto risco caso houvesse a possibilidade de um grande retorno (ZIEGELMAN; VALL, 2005).

3 INSTRUMENTAL ANALÍTICO

Até períodos recentes, uma década atrás, os modelos econometrico e financeiros focalizavam a questão do momento condicional como uma dependência temporal da volatilidade das séries, o que corresponde ao aumento dos riscos e das incertezas em relação ao retorno associado às implicações da economia moderna. Houve, nesta perspectiva a necessidade de se desenvolver novas técnicas de séries econometricas que captassem a dinâmica da variância e covariância no tempo, uma vez que as mesmas demonstram a volatilidade nas séries financeiras em seus diversos ativos, e também a sua influência no retorno das *commodities* negociadas no mercado de futuro. Neste sentido, surge o Modelo ARCH proposto por Engle (1982) sendo o primeiro modelo a tratar da variância condicional presente em séries financeiras.

3.1 MODELO ARCH

O modelo ARCH (p) expressa a “variância condicional do modelo anterior para a média condicional como uma função das inovações quadrática passadas, em que σ_t^2 , denota a variância condicional dado um conjunto de informações disponíveis” (Silva e Júnior, 2005, p.121 e 122). Sendo o propósito de Engle (1982), neste contexto, demonstrar que a variância condicionada se ajustaria a um modelo autoregressivo sobre o quadrado dos erros. Seguindo o modelo ARCH (q) a variância condicionada é dada por:

$$Var(u_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p u_{t-p}^2 \quad (1)$$

Onde:

σ_t^2 é a variância condicional no período t e, α_0 e $\alpha_1 u_{t-1}^2 \dots \alpha_n u_{t-n}^2$ são os parâmetros a serem estimados. Os parâmetros do modelo ARCH, segundo Engle (1982) estavam sujeitos a seguinte restrição:

$$\alpha_0 \neq 0, \alpha_1, \dots, \alpha_p \geq 0 \quad (2)$$

$$\varepsilon_t / I_t \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (3)$$

O teste ARCH também foi proposto por Engle (1982). A finalidade do mesmo é computar os efeitos ARCH na série de dados que se está analisando, para certificar-se que as classes de modelos ARCH são apropriadas para se estudar a volatilidade. Neste caso, a fórmula usada para captar o efeito ARCH nas séries de retornos é demonstrada abaixo, sendo esta possível mediante a rodagem da equação de regressão linear simples dos retornos, estimado através do método dos mínimos quadrados ordinários, para que, na fase posterior, se capture os resíduos dos retornos, usados, desde então para a rodagem do teste ARCH:

$$\text{Teste ARCH} = LM = n.R^2 \quad (4)$$

Neste sentido, os preços da commodity cacau foram transformados em retornos, usando a equação (5) e para calcular a volatilidade da série a equação (6):

$$r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) \quad (5)$$

$$retur = retu^2 \quad (6)$$

3.2 O MODELO GARCH (p,q)

O Modelo GARCH foi proposto por Bollerslev (1986) sendo este uma generalização do Modelo ARCH, pois o mesmo apresentava o seu valor (q) muito elevado implicando a estimação de um grande número de parâmetros. Este fato se devia a alta persistência da volatilidade das séries de retornos financeiras. Esta persistência da volatilidade é vista por Alexander como um atenuante do Modelo GARCH:

In a generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (GARCH) model, returns are assumed to be generated by a stochastic process with time-varying volatility. Instead of modeling the data after they have been collapsed into a single unconditional distribution of returns. These conditional distributions change over time in an autocorrelated way- in fact the conditional variance is an autoregressive process (ALEXANDER, 2003, p. 63).

Neste sentido, um modelo GARCH (p,q) adiciona q termos auto-regressivos à especificação ARCH (p) de modo que a equação da variância condicional toma a seguinte forma, que segundo Bollerslev (1986, p.309) o termo q é autoregressivo a especificação ARCH (p). Sendo que o modelo GARCH é composto por duas equações. A primeira é a média condicional, onde os retornos não esperados ε_{t-1} , ou seja, o processo do erro do modelo é homocedástico ou constante $V(\varepsilon_t) = \sigma^2$. A segunda equação é da variância condicional do processo do retorno não-esperado.

$$\varepsilon_t / \psi_{t-1} \sim N(0, h_t) \quad (7)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \quad (8)$$

Onde:

$$p \geq 0, \quad q \geq 0, \quad \alpha_0 \geq 0, \quad \alpha_i \geq 0, \quad i=1, \dots, q, \quad \beta_i \geq 0 \quad i=1, \dots, p \quad (9)$$

De acordo com Bollerslev (1986) e Alexander (2005) o tamanho dos parâmetros α e β determina as dinâmicas de curto prazo das séries de tempo da volatilidade resultante. Onde grandes coeficientes β de defasagem indicam que os choques da variância condicional levam um longo tempo para desaparecer, desse modo a volatilidade é persistente.

No entanto, se o coeficiente do parâmetro α for grande, significa que a volatilidade reage muito intensamente aos movimentos do mercado e, assim, se o coeficiente α for relativamente baixo, então as volatilidades tendem a ser pontiagudas. Desta forma o coeficiente α é chamado de coeficiente de reação e o β chamado de coeficiente de persistência da volatilidade (ALEXANDER, 2005).

Quanto aos problemas de estimação do modelo GARCH, se torna interessante ressaltar que, algumas vezes problemas como os de convergências, (associados aos números de parâmetros), podem tornar a função verossimilhança mais ampla e, portanto difícil se ser maximizada. Outra forma de manifestação de convergência no modelo GARCH são as presenças dos *outliers* óbvios nos dados, que neste caso, tende a afetar os parâmetros alfa e beta. Se removesse um único *outliers* da série de dados, talvez as estatísticas ficassem mais consistentes para a análise da volatilidade. Detectada a assimetria na volatilidade o Modelo GARCH introduziu duas variantes, o Modelo EGARCH e o Modelo TARCH. O primeiro modelo estatístico EGARCH foi aplicado por Nelson (1991) e o segundo modelo foi aplicado por Zakoin (1994).

3.3 O MODELO EGARCH

O modelo EGARCH foi introduzido por Nelson (1991) com o propósito de solucionar as carências deixadas pelo então modelo GARCH, de acordo com Gabe e Portugal (2005). A primeira carência observada engloba, os impactos de choques na volatilidade, que na literatura o observam como simétricos. Nos modelos econométricos de dados financeiros, onde choques positivos ou negativos possuem exatamente o mesmo efeito na variância condicional, esses efeitos não foram identificados, cabendo assim a introdução de um modelo que retratasse este efeito, e testes para captar a assimetria haja vista que, “os modelos GARCH são incapazes de captar assimetrias nos retornos” (BUENO, 2002, p. 376).

Diante dessas restrições o EGARCH surge em (1991) como um modelo de heterocedasticidade condicional auto-regressivo generalizado exponencial. Este consiste em captar os impactos assimétricos nas séries de dados, além da não concessão de coeficientes negativos no modelo. Se esses coeficientes fossem negativo isto significaria que a série de dados não seria estacionária. Segundo Alexander (2005) o modelo EGARCH é caracterizado pela assimetria na volatilidade ou variância da equação estimada e pode ser especificado através do logaritmo da variância condicional, onde os choques têm efeito exponencial e não quadráticos.

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \left\{ \phi \left[\left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| \right] - E \left(\left[\frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right] \right) - \gamma \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right\} \quad (10)$$

A equação (10) demonstra que o parâmetro γ permite que os efeitos da série sejam assimétricos. Se este parâmetro for igual a zero, por exemplo, então um choque positivo possui o mesmo efeito que o choque negativo na volatilidade, ou seja, indica que há ausência de assimetria na série.

Mas, se este parâmetro estiver no intervalo $0 < \gamma < 1$, isto significa que um choque negativo surte efeitos maiores na volatilidade do que os choques positivos. Se este parâmetro for maior do que 1, a condição imposta é que um “choque positivo reduz a volatilidade mais do que proporcionalmente, enquanto a volatilidade aumenta em caso contrário” (Bueno, 2002, p.377). Onde o teste para o efeito da assimetria na volatilidade pode ser checado através da significância de γ no modelo:

$Y=0$ indica ausência de assimetria na volatilidade

$Y \neq 0$ se este for estatisticamente diferente de zero indica que há evidências de choques positivos e negativos na volatilidade

$Y < 0$ indica a presença do efeito alavancagem

β indica a persistência de choques na volatilidade

3.4 MODELO TARCH

O Modelo TARCH (*Threshold Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) foi introduzido na área das finanças por Zakoian (1994) e pode ser formalizado na seguinte equação:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma_1 d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 \quad (11)$$

O modelo TARCH surgiu em decorrência do efeito alavancagem presente nas séries financeiras ou também nos retornos das *commodities*, gerando um efeito de assimetria na volatilidade da série. A equação (11) explicita as seguintes condições: nesta equação aparece uma variável *dummy* que assume o valor de $d_{t-1} = 1$, se $\varepsilon_{t-1} \pi 0$, $d_{t-1} = 0$, a condição se permeia no valor da variável *dummy* que defasada de um período tem que ser igual a 1, mas esta condição será satisfeita se o valor do termo de erro em relação ao período anterior for menor que zero e o valor da variável *dummy* for igual à zero. A não existência da assimetria na variância ocorrerá se $\gamma = 0$.

Neste sentido, Mol (2004) e Silva e Júnior (2005) indicam que se houverem condições adversas (informações negativas) como por exemplo, a superprodução agrícola, queda no dólar ou instabilidade política, provocarão distorções no modelo e, conseqüentemente, terá impacto na somatória $\alpha + \gamma$, ou seja, a somatória do parâmetro que multiplica o quadrado do erro defasado de um período com o coeficiente da variável *dummy*.

Este modelo visa capturar o efeito alavancagem, onde choques positivos e negativos no mercado geram impactos diferentes sobre a volatilidade. Para informações positivas que alavanquem os preços dos produtos negociados nas bolsas, como a procura intensa pelo mesmo fará com que o termo do erro ao quadrado defasado de um período seja maior que zero ($\varepsilon_{t-1} \phi 0$) e tendem a impactar o parâmetro α .

4 METODOLOGIA

4.1 FONTES DE DADOS

Para analisar a volatilidade na série de dados históricos do cacau utilizou-se o método de abordagem empírico-analítico, sendo que as técnicas de coleta de dados da *commodity* cacau são de base secundária pesquisados na Bolsa de Nova Iorque (*Coffee, Sugar, Cocoa Exchange*) (CSCE) para o período de 03/01/1989 a 30/12/2005, com um total de 4.248 observações.

O contrato de futuros do cacau em Nova Iorque (CSCE) está estruturado de acordo com os seus meses de vencimentos, a saber, março, maio, julho, setembro e dezembro. Neste consta, também os preços cotados diariamente na bolsa, *open interest* (volume de contratos em aberto) que significa o número total de contratos que ainda não foram liquidados por compensação ou por entrega, isto é, o número de contratos não liquidados e também o volume

de contratos fechados ao dia. Ao todo os contratos do cacau possuem cinco posições no mercado, onde cada uma está relacionada ao preço cotado na bolsa, open interest e volume de contratos fechados e o mês de vencimento do contrato.

Os dados pesquisados do cacau na Bolsa de Nova Iorque (CSCE) foram distribuídos de acordo com os meses de vencimento dos contratos de futuros do cacau. Desta forma, este trabalho escolheu a segunda posição de preços do cacau para analisar a volatilidade. Esta escolha deve-se ao fato da mesma obter os menores números de contratos em aberto ou seja, o número total de contratos que ainda não foram liquidados seja por compensação ou entrega de mercadoria. Resumindo, os contratos em aberto significam os contratos ainda não liquidados. A mensuração dos dados será realizada através dos modelos GARCH para se capturar a dinâmica da volatilidade, usando o software Eviews 5.1.

4.2 ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS DO CACAU PARA A MENSURAÇÃO DA VOLATILIDADE

A análise preliminar dos dados da série histórica do cacau para a mensuração da volatilidade será baseada na especificação e estimação de modelos GARCH, no que tange a escolha dos dados, estabilidade dos parâmetros do modelo GARCH e volatilidade de longo prazo. Segundo Alexander (2005, p. 91) na escolha do espaço de tempo dos dados históricos utilizados na estimação do modelo GARCH, a primeira consideração a ser feita é se os grandes eventos de mercado, de vários anos atrás, influenciam as previsões de hoje, isto é, verificar se estes acontecimentos produzem aumentos nas previsões correntes da volatilidade durante toda a série de dados históricos.

Se a escolha do espaço de tempo dos dados históricos não levar em consideração os extremos de mercado, as estimativas da volatilidade de longo prazo podem ser elevadas se o período de dados cobrirem vários anos com muitos movimentos extremos, levando aos *outliers* nos dados. Neste sentido, “na escolha de até que ponto se deve voltar com os dados, é preciso examinar se as previsões correntes são influenciadas ou não pelos eventos que ocorreram muitos anos atrás” (ALEXANDER, 2005, p.92).

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise preliminar dos dados do cacau para a mensuração da volatilidade através da estimação dos modelos GARCH, constatou a presença de grandes eventos no mercado que estavam provocando diversos *outliers* nos retornos do cacau. Para verificar se estes *outliers* influenciavam as estimativas da volatilidade de hoje foram rodados todos os modelos da família GARCH, divididos em duas fases.

Primeiro com a presença dos grandes eventos do mercado do cacau, onde as estatísticas comprovaram a autenticidade dos parâmetros para estudar a volatilidade, e a segunda fase sem a presença dos 63 *outliers* encontrados na série de retornos do cacau, que representavam o agrupamento da volatilidade, sendo que, também nesta fase as estatísticas dos parâmetros comprovaram a sua autenticidade para se estudar a volatilidade na série do cacau.

Então, concluiu-se que os grandes eventos de mercado observados na série de dados do cacau não influenciavam a estimativa da volatilidade de hoje, o que significa dizer que, a estimação dos parâmetros do modelo GARCH apresentou coeficientes com a consistência necessária para se estudar a dinâmica da volatilidade. Após a análise preliminar dos dados do cacau foi realizado o Teste ARCH para constatar a presença do efeito ARCH na série de retornos do cacau.

5.1 TESTES PRELIMINARES

Os resultados das Tabelas 1 e 2 demonstraram que, o valor do teste LM aplicado à fórmula $LM = n.R^2$, obteve como resultado um valor igual a 70,88 indicando que, este valor é maior que o valor crítico da distribuição qui-quadrado ($\chi^2 = 11,07$) ao nível de 5% de significância com grau de liberdade igual a 5 (g.l = k-1 ou g.l = 6-1=5).

O valor encontrado da estatística F igual a 14,39 foi superior ao valor crítico da estatística F=2,21, com g.l = 5 significando que, a hipótese nula de que os resíduos dos retornos do cacau são homocedásticos é rejeitada, logo aceita-se a hipótese alternativa de que há presença do efeito ARCH nos resíduos dos retornos do cacau, sendo assim estima-se o modelo GARCH para verificar se há persistência da volatilidade na série de retornos do cacau.

Tabela 1: Teste ARCH dos retornos do cacau na Bolsa de Nova Iorque (CSCE).

Estatísticas Básicas	
F- Statistic : 14.39756	Probability – 0,0000000
R – squared: 70.88511	Probability – 0,0000000

Fonte: Elaborada com base nos dados da CSCE (2005).

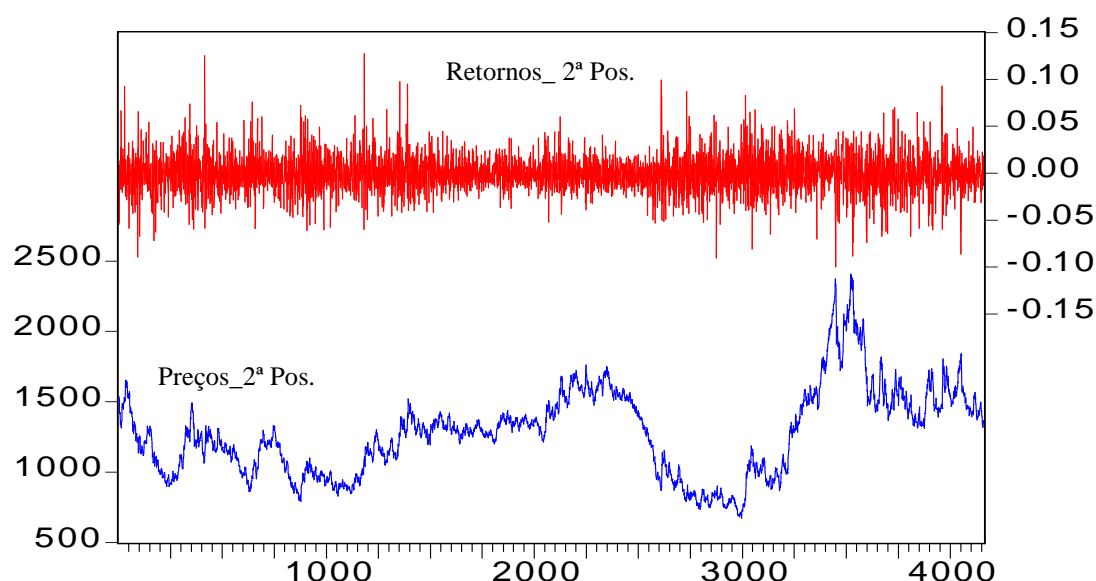
Tabela 2: Hipóteses para o efeito ARCH

$H_0 : LM \pi \chi^2$ ou $F_{cal} \pi F_{crítico}$	Os resíduos dos retornos são homocedásticos, portanto não há presença do efeito ARCH.
$H_a : LM \phi \chi^2$ ou $F_{cal} \phi F_{crítico}$	Os resíduos dos retornos são heteroscedásticos, logo há presença do efeito ARCH.

Fonte: Elaborada com base nos dados da CSCE (2005).

Antes de estimar o modelo GARCH, o Gráfico 2 mostra o comportamento dos preços do cacau cotados na Bolsa de Nova Iorque (CSCE) e os retornos do cacau no período considerado na pesquisa. Observa-se que os preços do cacau apresentam-se de forma descontínua, onde períodos de alta nos preços são seguidos por períodos de queda brusca provocando uma significativa volatilidade nos contratos de futuros do cacau.

Gráfico 2. Preços e retornos de futuros negociados na CSCE.



Fonte: Elaborada com base nos dados da CSCE (2005).

Isto pressupõe que o mercado de futuros do cacau se encontra altamente volátil a qualquer turbulência que porventura venha acontecer, apresentando riscos nas negociações de contratos desta *commodity*, sugerindo, também, que os investidores neste mercado tomarão posições aversas ao risco, deixando, portanto de negociar contratos do cacau para investir em ativos que lhe proporcione mais retorno e menos riscos.

Foram observados diversos extremos de mercados que comprovam a natureza volátil da *commodity* cacau na Bolsa de Nova Iorque (CSCE). Dentre eles os mais expressivos dizem respeito ao excesso de oferta do cacau na Costa do Marfim que desvaloriza os preços e recua o número de contratos fechados. Notícias como preços baixos, por outro lado, descapitalizam os produtores do cacau que procuram o mercado de futuros para cobrir os seus riscos de produção.

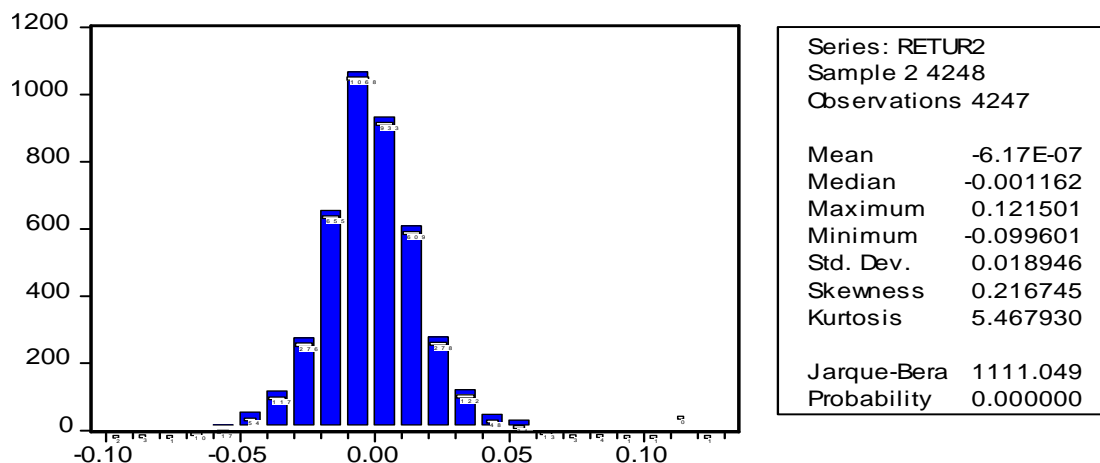
A venda de posições dos fundos especuladores se traduz em má notícia para o mercado de futuros do cacau, pois influencia os preços futuros para baixo e, conseqüentemente diminuem o número de contratos fechados. As boas notícias como a desvalorização do dólar e as baixas coberturas de posições dos especuladores influenciam os preços futuros do cacau para cima, traduzindo em maior volume de contratos fechados e mais retorno aos investidores, dado que a volatilidade neste mercado diminuiu.

Com as 4.248 observações disponíveis dos retornos do cacau, se pode representar, de modo resumido, as principais estatísticas descritivas sobre os fatos estilizados presentes em modelos com a presença de heteroscedasticidade em seus resíduos usando, neste propósito o Teste Jarque Bera (JB). Este teste está baseado na diferença entre os coeficientes de assimetria e curtose, cuja finalidade consiste em testar a hipótese nula de que a amostra dos dados do cacau foi extraída de uma distribuição normal.

O Gráfico 3 representa o histograma de frequência dos retornos. Este, por sua vez, demonstra uma forte variabilidade nos retornos do cacau, pois o coeficiente de assimetria é igual a 0,2167, valor este positivo significando que a distribuição das frequências dos dados é assimétrica positiva.

Quanto ao coeficiente de curtose, que avalia o grau de achatamento da distribuição das frequências dos retornos do cacau, o valor encontrado é igual a 5,4679. Este valor pressupõe que, o grau de achatamento da distribuição das frequências dos retornos é leptocúrtica e concentrada em torno da média, ou seja, as caudas são pesadas para a distribuição dos retornos, significando que série de dados não é normal. O valor da estatística $JB = 1111.049$ é muito alto, permitindo que se aceite a hipótese de que os erros ou resíduos se distribuem de forma anormal.

Gráfico 3. Descrição das estatísticas do teste Jarque-Bera dos retornos do cacau.



Fonte: Elaborada com base nos dados da CSCE (2005).

5.2 MODELO GARCH

Quanto à estimação do modelo GARCH (p,q), este se apresenta na equação abaixo:

$$Retur_p_2 = 2,42E-06 + 0,0358\varepsilon_{t-1}^2 + 0,9578(Retur_p_2)^2$$

F-statist	(2,83)	(5,17)	(121,08)	(12)
Probab.	(0,004)	(0,000)	(0,000)	

Onde:

$Retur_p_2$ é a variável dependente do modelo (retorno do cacau);

α_0 é a constante;

$\alpha_1\varepsilon_{t-1}^2$ é a equação da média condicional (ARCH) ou o coeficiente de reação da volatilidade;

$\beta_1(Retur_p_2)^2$ é a equação da variância condicional ou o coeficiente de persistência da volatilidade.

De acordo com Bollerslev (1986) o tamanho dos parâmetros α e β determina a dinâmica de curto prazo de uma série de dados da volatilidade. A equação (12) demonstra que, o valor do coeficiente β é igual a 0,9578, próximo de 1, indicando que os choques da variância condicional levam um longo tempo para desaparecer da série de dados do cacau, desse modo a volatilidade estimada através do modelo GARCH se mostra persistente. Enquanto que, o valor do coeficiente α igual a 0,0358 se encontra bem abaixo do valor do coeficiente β , demonstrando que a volatilidade não reage muito intensamente aos movimentos de mercado, logo a série de dados do cacau não apresenta volatilidade pontiaguda³.

³ Segundo Alexander (2005) a volatilidade pontiaguda se manifesta em uma série de retorno quando o valor do coeficiente de reação α é maior que o valor do coeficiente de persistência da volatilidade β .

A somatória dos coeficientes α e β descreve as seguintes condições: se esta somatória for menor que 1 os processos dos retornos do cacau serão estacionários, mas se esta somatória for igual a 1 o modelo GARCH (p,q) terá raiz unitária, ou seja, os retornos do cacau serão homocedásticos.

O resultado desta somatória apresentou um valor igual a 0,9936, bem próximo de 1, indicando que os retornos do cacau são sensíveis a qualquer turbulência no mercado, ou seja, a volatilidade nos retornos do cacau se apresenta de forma agrupada onde um anúncio antecipado de boas notícias no mercado, como por exemplo, o aumento da demanda por cacau promove grandes retornos positivos, portanto os investidores se sentem à vontade para negociar contratos de cacau, uma vez que a volatilidade do mercado diminuiu naquele instante demonstrando, também que o investidor toma a postura aversa ao risco. No entanto, a turbulência no mercado de cacau, de acordo com a somatória dos coeficientes α e β , próximo de 1 indica que um anúncio não antecipado de má notícia pode demorar muito tempo para dissipar-se.

O modelo GARCH através do seu coeficiente β demonstrou a persistência da volatilidade, porém não captou o efeito assimétrico das inovações sobre a volatilidade; ou melhor, a volatilidade se apresentava muito maior nos períodos de queda do que de alta nos mercados financeiros.

5.3 MODELO EGARCH

Para captar este efeito, Nelson (1991) desenvolveu uma versão exponencial para o modelo EGARCH. A equação (13) representa a estimação do modelo EGARCH.

$$\ln \sigma_t^2 = -0,1562 + 0,089 \ln \sigma_{t-1}^2 + 0,027 \left(\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right) + 0,9890 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \quad (13)$$

F-statist	(-1,98)	(12,67)	(5,14)	(443,22)
Probab.	(0,004)	(0,000)	(0,000)	(0,000)

Onde:

$\ln \sigma_t^2$ é o logaritmo natural da variância dos retornos do cacau;

$\omega = -0,1562$ é a constante;

$\beta \ln(\sigma_{t-1}^2) = 0,089$ é o logaritmo natural do coeficiente de persistência da volatilidade (GARCH);

$\alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| = 0,027$ é o coeficiente de reação da volatilidade (ARCH);

$\gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} = 0,9890$ é o coeficiente de assimetria da volatilidade.

Percebe-se através da equação (13) que o parâmetro γ permite que os efeitos da volatilidade sejam assimétricos quando se encontram no intervalo $0 \pi \gamma \pi 1$. O valor deste parâmetro foi igual a 0,9890 e se encontra estatisticamente diferente de zero, evidenciando que os choques negativos e positivos tendem a impactar de forma diferenciada na volatilidade. Isto indica, também que um choque negativo nos retornos do cacau, provoca altas volatilidades, aumentando os riscos de se investir nesta commodity.

Este choque negativo nos retornos do cacau, pode ser exemplificado como más notícias que chegam no mercado, quando, por exemplo, uma alta liquidação promovida por fundos de

investimentos derruba as cotações promovendo uma queda brusca nos contratos do cacau. O mercado, portanto, é marcado pela volatilidade, decorrente de uma má notícia no mercado, que caracteriza o recuo dos investidores na busca de investimentos que lhe proporcionasse maiores lucros (retornos) com menos riscos.

Observa-se, também que o valor de γ é também maior que zero, isto significa que um choque positivo nos retornos do cacau diminuirá a volatilidade do mercado. Esta performance no mercado é caracterizada pelo entusiasmo dos investidores para negociar contratos futuros, a exemplo, se tem às compras especulativas dos fundos neste mercado que pressiona os preços futuros para cima diminuindo a volatilidade e os riscos de se negociar esta *commodity*.

O coeficiente β que mede a persistência da volatilidade neste modelo através do termo $\beta \ln(\sigma_{t-1}^2)$ se apresenta na ordem de 0,089, sendo este menor que o demonstrado pelo modelo GARCH, significando que a persistência da volatilidade diminuiu no mercado.

Desta forma, quando um investidor é averso ao risco, a sua melhor escolha de investimento em ativo será aquela que lhe proporcionará maior retorno e menos riscos. Esta perspectiva não foi encontrada nos investimentos na *commodity* do cacau, pois a alta volatilidade presente em seus retornos desestimula a evolução de negociação de contratos do cacau, confirmando a natureza volátil desta *commodity*.

O modelo TARARCH que capta o efeito alavancagem, causa secundária da assimetria da volatilidade, não foi analisado empiricamente neste trabalho, dado que o valor de γ , que mede a assimetria da volatilidade presente no modelo EGARCH foi igual a 0,9890. Este valor demonstra que, os retornos do cacau não apresentam o efeito alavancagem, por ser este maior que zero, condição esta para análise do modelo TARARCH. A partir deste resultado identifica-se que os retornos do cacau não apresentam a causa secundária da assimetria da volatilidade, ou seja, o efeito alavancagem.

Desta forma, os retornos do cacau no mercado de futuros da CSCE apresentam a assimetria da volatilidade que é influenciada pela chegada de notícias no mercado que tendem a estimular os investidores quando estas promovem retornos altos com baixos riscos e conseqüentemente maiores volumes de contratos de cacau fechados. Porém, quando o mercado de futuros do cacau é afetado por grandes turbulências no mercado, a volatilidade ou riscos de se negociar esta *commodity* aumenta forçando os investidores a formar as suas estratégias de investimentos com uma postura aversa ao risco. Isto, por sua vez caracteriza o mercado de cacau altamente volátil e arriscado para se negociar contratos futuros.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo verificou-se que a volatilidade no mercado de futuros do cacau em Nova Iorque (CSCE) afeta as decisões de investimentos dos agentes que tomam a postura de aversos ao risco. A dinâmica da volatilidade foi observada na série de retornos do cacau através da aplicação dos modelos GARCH. O Teste ARCH aplicado nos resíduos dos preços do cacau constatou a presença do efeito ARCH, ou seja, os erros dos modelos são heteroscedásticos permitindo que os modelos GARCH sejam mensurados para o estudo da dinâmica da volatilidade.

A aplicação do modelo GARCH na série de retornos do cacau constatou, através do seu coeficiente β a persistência da volatilidade. Isto evidencia a presença de vários agrupamentos de volatilidades nestes retornos, ou seja, heteroscedasticidade condicional auto-regressiva. O agrupamento da volatilidade demonstrou, por um lado que uma boa notícia no mercado de futuros do cacau se traduz na diminuição da volatilidade e satisfação para os investidores quanto aos altos retornos e baixos riscos, porém de outro, uma má notícia no mercado de

futuros tende a aumentar a volatilidade e desanimar os investidores ao tomar posições aversas ao risco.

A presença de diversos *outliers* ou extremos de mercado pressupõe que, o mercado de futuros do cacau se encontra altamente volátil a qualquer turbulência que porventura venha acontecer, apresentando riscos nas negociações de contratos desta *commodity*, sugerindo, também, que os investidores neste mercado tomarão posições aversas ao risco, deixando, portanto de negociar contratos do cacau para investir em ativos que lhe proporcione mais retorno e menos riscos.

As estatísticas do teste Jarque-Bera (JB) demonstrou que a distribuição das frequências dos dados apresenta demonstra uma forte variabilidade nos retornos do cacau, pois o coeficiente de assimetria é positivo significando que a distribuição das frequências dos dados é assimétrica positiva e o grau de achatamento desta distribuição é leptocurtica com caudas grossas que comprovou a anormalidade da série dos dados.

O modelo EGARCH foi estimado com o objetivo de captar o efeito assimétrico na série de retornos do cacau. O coeficiente γ evidenciou um choque negativo nos retornos do cacau, provoca altas volatilidades, aumentando os riscos de se investir nesta commodity. O coeficiente β que mede a persistência da volatilidade neste modelo através do termo $\beta \ln(\sigma_{t-1}^2)$ se apresenta na ordem de 0,089, sendo este menor que o demonstrado pelo modelo GARCH, significando que a persistência da volatilidade diminuiu no mercado. Os retornos do cacau não apresentam a causa secundária da assimetria da volatilidade, ou seja, o efeito alavancagem.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C. **Modelos de mercados**: um guia para a análise de informações financeiras. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2005.

BODIE, Z. **Fundamentos dos investimentos**. São Paulo: Bookman, 2000.

BUENO, R. S. Ainda os modelos GARCH. São Paulo: **Revista Economia Aplicada**, v.6, n.02, abril-junho, 2002.

BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. **Journal of Econometrics**, v.31, n.3, p.307-327, 1986.

CRUZ, R. L. **Breve história de um mercado de futuros**. 2005.157f. Dissertação (Antropologia Social) - Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

ENGLE, Robert. Riesgo y volatilidad: modelos econométricos y práctica financeira. **Revista Asturiana de Economía (RAE)**, Austría, n.31, 2004.

_____. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variances of United Kingdom inflation. **Econometrica**, v.50, n.4, p.987-1007, 1982.

GABE, J.; PORTUGAL, M. **Volatilidade implícita versus volatilidade estatística**: Uma avaliação para o Mercado Brasileiro a partir dos dados de opções e ações da Telemar S.A. Rio Grande do Sul: FAPERGS, 2005.

GALDÃO, Almir; FAMÁ, Rubens. **A influência das Teorias do Risco, da Alavancagem e da Utilidade nas decisões dos investidores e administradores**. São Paulo: III SEMEad, 2005.

HULL, Jonh C. **Option, futures and other Derivatives**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc., 1996.

LAMOUNIER, Wagner Moura. **Comportamento dos preços no mercado spot de café do Brasil: análise nos domínios do tempo e da frequência**. Tese (Doutorado) em Economia Aplicada – Universidade Federal de Viçosa (MG), 2001.

MÓL, A. L.; JÚNIOR, L. G.; SÁFADI, T. Value at risk de ajuste diários: o uso de modelos heterocedásticos em futuros de café. São Paulo: **Resenha BM&F**, n.160. Abril, 2004.

NELSON, D. B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. **Econometrica**, v. 59, p. 347-370, 1991.

NETO, Lauro de Araújo Silva. **Emprego e definição de riscos**. São Paulo: Atlas; BM&F, 2000.

SILVA, W. S.; SÁFADI, T.; JÚNIOR, L. G. . Uma análise empírica da volatilidade do retorno de commodities agrícolas utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.43, n.1, jan/mar, 2005.

SILVA, T.; BELDERRAIN, M. **Estudo da relação entre gerenciamento de risco e análise de decisão**. Rio de Janeiro: ITA, 2003.

SERRA, A. P. **Gestão de carteiras: utilidade e risco**. Minas Gerais: U.Porto, 2006.

SOUZA, L. A. **Estratégias para aplicação no mercado brasileiro de opções**. São Paulo: USP, 1996. Monografia Graduação de Economia. Universidade de São Paulo, 1996.

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.

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

ZAKOIAN, J.M. Threshold heteroskedasticity models. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v.18, p.931-955.1994.

ZIEGELMAN, F.; VALL, P. L. **Modelos de volatilidade estocástica com deformação temporal: um estudo empírico para o índice IBOVESPA**. São Paulo: UNICAMP, 2005.