



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



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

LEILA DE FÁTIMA DE OLIVEIRA MONTE; MARIO MIGUEL AMIN;

UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA- UNAMA

BELÉM - PA - BRASIL

maramin@amazon.com.br

APRESENTAÇÃO SEM PRESENÇA DE DEBATEDOR

COMERCIALIZAÇÃO, MERCADOS E PREÇOS AGRÍCOLAS

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

Grupo de pesquisa: Comercialização, Mercados e Preços Agrícolas

1 INTRODUÇÃO

O mercado mundial de cacau tem sido exposto a um problema persistente e aparentemente sem solução. Este mercado tem exibido um substancial grau de instabilidade de preços ao longo dos anos, particularmente desde a Segunda Guerra Mundial. Diversos fatores são responsáveis por esta oscilação de preços que assimilam as distorções existentes nos preços cotados a futuros e aqueles praticados no mercado físico, contribuindo para a queda de preços e prejuízos para os produtores. As razões que levam a este quadro lastimável não se destinam somente a fatores de ordem natural (má colheita, pragas, enchentes) ou de ordem técnica (ausência de tecnologia na produção, mão-de-obra desqualificada), mas também a participação dos especuladores na formação de preços futuros cotados no mercado para esta *commodity*.

Amin (2004, p.3) ao estudar a “Ação Especulativa dos Fundos na determinação dos preços internacionais das *Commodities*”, constatou que a do cacau é atingida diretamente pela ação dos especuladores, ocasionando, segundo este estudo uma relação entre o volume de contratos trocados e a instabilidade de preços do cacau. Amin (2004, p.4) *apud* Stern (1971, p.5) mostra que a ação especulativa pode advir do mercado de futuros de moedas, que ao fugir do processo inflacionário, encontra no mercado de futuros das *commodities* um refúgio para a alavancagem dos seus investimentos, no entanto esta opção agrava os problemas de distorções de preços no mercado de futuros de *commodity*, influenciando a volatilidade nos preços.

Boswijk et.al, (2001,p. 2) em seu trabalho “Success and Failure of Technical Trading Strategies in the cocoa futures market”, desenvolveu um estudo das principais estratégias usadas pela empresa Holandesa UNICOM no gerenciamento de preço do cacau no

mercado de futuros da LIFFE. A UNICOM é considerada a maior consumidora de cacau produzido na Costa de Marfim. Deste modo, o primeiro objetivo desta empresa é vender os feijões de cacau para as indústrias produtoras de chocolates e, o segundo objetivo é controlar os riscos financeiros dos seus negócios, uma vez que enfrenta riscos advindos de moeda (dólar-libra) relacionados aos preços do cacau negociados a futuros. A UNICOM, para atender esses objetivos usa contratos futuros do cacau, principalmente aqueles negociados na bolsa de futuros internacionais em Londres (LIFFE), tomando a posição de *hedge* de risco de preços. Porém, a sua posição no mercado tende a se alterar, à medida que aumenta a participação dos especuladores no mercado de futuros do cacau, levando-os a adotar estratégias que levem em conta a posição dos especuladores para que não haja queda na rentabilidade ou no retorno dos seus investimentos da empresa na LIFFE.

1.1 PROBLEMA

Uma das principais características do mercado agrícola é a grande variação de preço dos seus produtos, decorrente de riscos que esta atividade apresenta no âmbito da sua oferta e demanda. Esses riscos podem ser classificados de acordo com fatores interno e externo a comercialização desta atividade. Os riscos internos são àqueles relacionados às colheitas não bem sucedidas decorrentes de fatores climáticos como: ataques de pragas,

queimadas ou aplicação de novas tecnologias. Os produtores ou empresas agropecuárias sujeitas a este tipo de risco procuram o mercado de futuros agropecuários, no intuito de cobri-los com o seguro de produção. E os riscos externos são aqueles que contribuem, decisivamente, para tornar esta atividade mais arriscada, no sentido da incerteza dos produtores ou empresas agropecuárias em relação aos preços do produto à época da colheita.

Este risco decorre das oscilações dos preços das mercadorias, e dependendo dessas variações o agente envolvido neste tipo de risco, produtor ou empresas agropecuárias, podem não honrar os seus compromissos com a instituição financeira pela qual eles recorrem para financiar sua produção. Por outro lado, o risco transcorre também para o comprador da produção agrícola, caso dos processadores agrícolas que diante de uma alta no preço do insumo, perderá rentabilidade ao variar os seus custos de produção. Neste caso, esse agente busca se proteger deste risco nos mercados de futuros ou de opções realizando a chamada *hedger*.

Shouchana (2004, p.9) conceitua o mercado de futuros como “uma poderosa ferramenta na gestão de riscos de preços das mercadorias”, que de maneira integrada com o mercado físico, visa atender a expectativa dos agentes econômicos sobre o gerenciamento dos riscos de suas atividades. O gerenciamento de riscos em bolsas no mercado de futuros prediz que, um agente econômico ao procura este mercado, no intuito de diminuir os riscos de preços da sua produção à época da colheita, transfere para outro agente, este risco, baseada nas expectativas formadas sobre as relações existentes entre o mercado de futuros e o mercado a vista.

O produto em pauta nesta discussão de mercado de futuros é o cacau, sendo este considerado um produto nobre e tradicional da agricultura brasileira tendo sua maior produção situada no sul da Bahia, Pará e Rondônia, originário do Continente Sul Americano, provavelmente das bacias dos rios Amazonas e Orinoco¹.

¹ As informações sobre o cacau em quase sua totalidade foram extraídas da SUFRAMA/FGV (2003).

A constante flutuação de preços do cacau no mercado mundial mostra os riscos que os produtores mundiais enfrentam para adquirir rentabilidade em seus negócios. No mercado de futuros, onde são negociados os contratos de futuros do cacau, caso do Mercado de Futuros de Nova York (*Coffe, Suggar, Cocoa Exchange* – CSCE), os preços do cacau sofrem sucessivas altas e quedas em suas negociações, sendo apontados, por diversos estudos como uma das *commodities* mais volátil já negociada em mercado de futuros, decorrente, principalmente da participação dos especuladores na formação desses preços.

A formação de preços de uma *commodity* no mercado de futuros apresenta pontos de oscilações que podem afetar os preços cotados na bolsa, transtornando o dinamismo do mercado e causando prejuízo aos agentes participantes, no sentido de perda de rentabilidade nos mercados físicos e de futuros.

Com relação a esses fatores e aos expostos no tópico anterior, a importância de se investigar a volatilidade de preços do cacau no mercado de futuros de Nova York (CSCE) no período de 1984 a 2005 é demonstrar a natureza volátil desta *commodity*, onde as informações de queda na produção dos principais países produtores afetam a dinâmica deste mercado. A magnitude da especulação nesta *commodity* contribui, também para a intensificação da volatilidade de preços neste mercado e, conseqüentemente, em sua maior parte, desenvolve “as desigualdades incorporadas pela atividade especulativa, entre o preço final nos mercados futuros e o correspondente preço recebido pelos produtores, o que

reflete significativos prejuízos no nível de renda de muitos produtores do cacau” (Amin, 2004, p.5).

A partir de tais constatações a presente pesquisa é motivada a investigar, com base em diversos trabalhos já realizados sobre a volatilidade de preço do cacau no mercado físico e no de futuros, a volatilidade de preços deste produto que caracteriza esta commodity como uma das mais voláteis já negociadas pelas diversas bolsas de valores do mundo.

Pretende-se, com este estudo por meio da aplicação do modelo GARCH verificar a dinâmica da volatilidade na série histórica de preços de contratos negociados na Bolsa de Nova York (CSCE), no período de 1984 a 2005, enfatizando as causas e as conseqüências da mesma para a formação de preços no mercado de futuros do cacau.

O trabalho está organizado da seguinte forma: o primeiro capítulo consta à introdução e o problema a ser investigado; o segundo a revisão bibliográfica sobre o mercado de futuros enfatizando o mercado do cacau; o terceiro capítulo é o instrumental analítico onde se apresentará o modelo GARCH; o quarto capítulo demonstrará os materiais e os métodos usados neste artigo para se estimar o modelo GARCH e a discussão dos resultados e o quinto capítulo demonstrará a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica do presente trabalho demonstrará, uma breve introdução sobre o Mercado de futuros, enfatizando os seus agentes participantes, negociações de contratos de futuros e as estratégias usadas para gerenciamento de preços das *commodities*, principalmente a do cacau, alvo de investigação desta pesquisa.

A história dos Mercados Futuros no mundo está 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, pelos agentes econômicos era extensa 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 Futuro organizado só teve início em 1848, quando foi criada a *Chicago Board of Trade*, negociando contratos de milho. Até o princípio da década de 70, os negócios com mercadorias representavam a quase totalidade dos negócios realizados em mercados futuros organizados. O ponto de partida da negociação de ativos financeiros no Mercado de Futuros deu início em 1973, com o lançamento do *International Monetary Market pela Chicago Mercantile Exchange*, negociando contratos futuros de câmbio².

Neste âmbito, Shouchana (2004, p.9) conceitua mercado de futuros como “uma poderosa ferramenta na gestão de riscos de preços de uma mercadoria”, que de maneira integrada com o mercado físico, visa atender as expectativas dos agentes econômicos sobre o gerenciamento dos riscos de suas atividades.

A idéia básica do mercado de futuros é entender a lógica de sua estrutura e os agentes que atuam neste sistema, e as estratégias usadas para gerenciar os riscos de preços. Na formação dessas estratégias, *os hedges*, participam do mercado com o objetivo de comprar e vender a futuro para eliminar o risco de perdas decorrentes das variações de preços das *commodities* com que trabalham. Hull (1996, p.87) discorre que o objetivo dos *hedge* “é utilizar os mercados futuros para reduzir determinado risco que possam enfrentar,

relacionados ao preço de alguma mercadoria, taxa de câmbio, ou mesmo mercado de ações”.

As estratégias de *hedge*, segundo Hull (1996, p.88) podem ser classificadas em *hedge* de venda e *hedge* de compra. A primeira situação requer uma posição vendida em contratos futuros, onde o ativo a ser negociado pertence ao *hedge*, que por sua vez deseja vendê-lo no futuro. O *hedge* de venda, ao contrário, não possui ativo no momento, mas pode obtê-lo, em uma data futura.

Segundo Hull (1996, p. 26) a arbitragem é uma forma da manifestação da especulação. O agente econômico que toma a posição de um arbitrador para adquirir informações de preços de um ativo qualquer ou de uma *commodity*, a fim de aproveitar a diferença de preços entre dois mercados retendo do mesmo, a sua lucratividade tomando posições ora de venda ora de compra de um ativo.

A presença do especulador no mercado de futuros tem sido encarada por diversos estudos como o fator determinante no processo de definição dos preços internacionais. Segundo Bodie (2000, p.527) “um especulador usa um contrato de futuros para se beneficiar das movimentações nos preços dos futuros”, tomando a seguinte estratégia: se o preço de um ativo ou de uma *commodity* subir no mercado, a posição tomada por ele será a de compra para o lucro esperado, caso contrário, a posição tomada será a de venda explorando as quedas de preços esperadas.

A relação desses agentes no mercado de futuros é firmada por meio de um contrato de futuros. Hull (1996, p.1) conceitua contrato de futuros “como um compromisso de compra ou venda de um determinado ativo numa data específica no futuro, por um preço previamente estabelecido”. “O contrato de futuros determina a entrega de uma mercadoria em uma data de entrega ou vencimento especificado, por um preço acordado no presente, chamado preços de futuros, para ser pago no vencimento do contrato” (Bodie, 2000, p.519).

² www.bovespa.com.br

O funcionamento do contrato de futuros se baseia num acordo realizado entre duas partes para permutar ativos ou serviços em uma época especificada no futuro a um preço estabelecido. Este acordo é realizado através das posições tomadas pelos agentes ao fechar um contrato: o primeiro agente tomará a posição de vendedor de um contrato, que concorda em fornecer uma determinada mercadoria em uma época especificada no futuro, enquanto que, a outra parte do contrato será tomada pelo comprador do contrato, ou seja, aquele agente que concorda em pagar um preço fixo e receber a mercadoria na data estabelecida no contrato.

Os mecanismos de negociações em mercados de futuros têm na câmara de compensação à intermediação entre os negociantes (compradores e vendedores). O papel da câmara de compensação é “auxiliar a bolsa e agir como intermediária nas operações futuras, mantendo registrado todo o negócio do dia, calculando a posição líquida de cada um dos seus membros” (Hull, 1996, p. 28).

2.1 O MERCADO DE FUTUROS DO CACAU

A formação de preço do cacau no mercado internacional tem sofrido ao longo dos anos influência das condições de oferta e demanda do produto no mercado físico. Os agentes econômicos atuantes neste mercado como os produtores, comerciantes locais, exportadores, comerciantes internacionais e transformadores se expõem constantemente, a riscos de preços advindo, quase sempre do excesso de demanda do cacau sobre a produção disponível.

Menezes (1987, p.19) em seu estudo sobre a “Estabilização de preços do cacau via estoque regulador”, adotou como hipótese de desregulamentação dos preços do cacau, a constante queda na produção dos principais países produtores de cacau. As oscilações na oferta do produto entre os países produtores, Costa do Marfim, Nigéria, Camarão, Gana, Brasil, entre outros, desestabilizam os preços no mercado internacional. Menezes (1987, op.cit, p.29 e 30) demonstra alguns exemplos das oscilações na oferta dos principais países produtores, a saber, no período 1961 a 1982, a produção mundial de cacau cresceu à taxa de 1,7 por cento ao ano, tendo o Brasil e Costa do Marfim como os responsáveis por esta ascensão. Já no período de 1972 a 1982, a Costa do Marfim alcançou recordes em seu crescimento apresentando uma taxa de 8,9 por cento ao ano, e sua produção aumentou de 230 mil toneladas em 1976 a 1977 para, 465 mil toneladas em 1981 a 1982 e 570 mil toneladas em 1985 a 1986.

Estudos mais recentes de Santos; Filho (2005) sobre o mercado do cacau, analisa as flutuações da produção mundial em relação à produtividade anual de cada país produtor. Nos anos 90, esta pesquisa relata que a produção mundial de cacau se apresentou ascendente, no sentido de sair de uma produção mundial de 2.486 mil toneladas para 3.452 mil toneladas no período compreendido entre os anos 1993/94 e 2003/04. Este crescimento deveu-se a produção na Costa de Marfim que, saiu de uma produção anual de 840 mil toneladas de cacau para 1.405 mil toneladas, ocupando a primeira posição no ranking dos países que mais produzem o cacau. Neste período a Costa de Marfim sozinha já participava com 56% da produção de cacau do continente africano e 41% da produção de cacau do mundo, em seguida vem o continente asiático junto com a Oceania com uma participação de 15% e a Américas com uma participação de 13%.

A ascensão ou queda da produção mundial do cacau atinge o consumo mundial deste produto. Santos; Filho, (2005, p.4) informa que o maior consumidor de cacau é os Estados Unidos com 689 mil toneladas, seguido pela Alemanha, França e Reino Unido, com

280,218 e 215 mil toneladas, respectivamente. O consumo de cacau pelo Brasil, atualmente, gira em torno de 980 mil toneladas. Dados da ICCO (2002 e 2003) apontam que, a classificação dos países que mais consomem cacau no mundo se altera quando a análise aborda a questão de consumo per capita do cacau. Por exemplo, neste período de pesquisa da ICCO, o principal consumidor passa a ser a Bélgica com 5,63 kg/hab, seguido da Suíça, França e Reino Unido, com 4,09, 3,66 e 3,6 kg/hab, respectivamente.

A distorção entre a oferta e a demanda mundial do cacau decorre, principalmente, do caráter cíclico que marca este mercado, ou seja, da produção líquida de cacau, que tende a crescer menos que a sua demanda, sendo, portanto, comprovado nos dados da OICC (2005), constando como estimativa ou previsão, uma produção líquida mundial de 3.183 mil toneladas, enquanto que o consumo mundial ficaria em torno de 3.233 mil toneladas.

Segundo o Comitê Executivo do cacau em Londres, é evidente que o preço do mercado mundial do cacau está relacionado com as condições fundamentais de oferta e demanda no mercado físico,

Es evidente de ello que los precios del cacao han tendido a elevarse en los años en que el consumo ha excedido de la producción, correspondiendo a un declinio de las existências mundiales, mientras que, a la inversa, los precios han tendido a descender en los años o períodos en que la oferta ha excedido de la demanda, correspondiendo a aumentos de los niveles de las existências mundiales. Sin embargo, se ha postulado que en años recientes esta relación fundamental no se ha mantenido y que el precio del cacao ha declinado a falta de subidas en los niveles de las existências mundiales (CECL, 2001, p. 10).

No mercado de futuros do cacau as constantes oscilações de preço têm marcado a *commodity* do cacau como uma das mais voláteis, já negociadas em bolsas. Os mercados

internacionais de futuros do cacau, operados nas Bolsas de Nova York (CSCE) e Londres (LIFFE) podem ser considerados mercados que negociam riscos de preços tanto no âmbito do comércio internacional quanto no mercado físico do cacau.

Os agentes econômicos que buscam o mercado de futuros do cacau para gerenciar os riscos de preços de sua colheita adotam posições contrárias dos outros participantes do mercado, que também integram o elo da cadeia produtiva do cacau no mercado físico, ou seja, o mercado de futuros tende a realizar os objetivos de cada agente participante. O produtor de cacau ao optar pelo gerenciamento de riscos de preço da sua mercadoria em Bolsas de Futuros pretende alcançar lucratividade, vendendo o cacau para uma determinada data futura e, assim assegurar retorno dos seus investimentos.

O processador ou industrial que necessita do cacau, como matéria-prima para produzir chocolate, por exemplo, entrará no mercado de futuros para negociar a compra desta para uma data futura. Logo, o contrato de futuros do cacau estará traçado entre esses agentes a preço determinado no futuro. O cumprimento ou não deste contrato dependerá do que acontecer entre o período de fechamento do contrato até o seu vencimento. Neste período, poderão ocorrer diversos riscos relacionados ao preço futuro firmado entre esses agentes, oscilando este preço para cima ou para baixo acarretando prejuízos para um e lucratividade para o outro.

A negociação dos contratos de futuros do cacau na bolsa de Nova York (CSCE) tem nos meses de março, maio, julho, setembro e dezembro o vencimento dos seus contratos. Esses contratos são cotados a preço (dólar) por toneladas métricas de cacau. A base de dados que compõe uma série histórica de preços do cacau, no mercado de futuros, consta como elementos, à data que se iniciou o pregão em bolsa, o total de contratos em aberto

(*open interest*³), o mês e o ano de vencimento dos contratos, e o maior preço cotado no dia (*high*⁴) e menor (*low*⁵), e o volume de contratos fechados (*close*⁶) no dia da operação.

Santos e Filho (2005, p.7) no estudo sobre o mercado do cacau, analisam o volume de contratos fechados e os contratos em aberto, cotados ao mês no período de 03/01/2005 a 12/05/2005. Neste estudo, os autores constataram que o número de contratos em aberto para março a partir de 10 de janeiro iniciou a sua cotação em queda vertiginosa. Porém, quando se associa os preços dos contratos cotados na CSCE com o volume de contratos em aberto (*open interest*), nesse mesmo período, Santos e Filho (2005, p.8) concluem que: “Se o número de contratos em abertos (*open interest*) está caindo e os preços no mesmo período estão subindo, isto indica cobertura de posições vendidas (*short-covering*) e um mercado tecnicamente fraco”. Isto, porque o volume de contratos também se mostra com uma quantidade insignificante.

Por outro lado, Santos e Filho (2005, p.12) analisaram que o total de contratos em abertos, para todos os meses de vencimento, dentro do período proposto pelos autores, iniciou com um aumento, justamente, quando houve uma redução na quantidade de contratos em aberto, significando uma troca de posições, ou seja, os operadores liquidaram suas posições de março de 2005 de contratos em aberto, para abrir uma nova posição nos meses subseqüentes.

A relação entre os contratos em abertos (*open interest*) e a formação dos preços do cacau no mercado de futuros é diretamente proporcional. Se o volume de contratos em aberto diminuir e os preços cotados a futuros cair, o mercado de futuro de cacau estará tecnicamente forte. Isto significa que à medida que o volume de contratos em aberto diminuir, as compensações e as liquidações dos agentes que já estavam no mercado crescem tornando-os mais agressivos no mercado realizando operações de coberturas.

A atuação dos agentes econômicos no mercado de futuros do cacau não se resume apenas em produtores de cacau, processadores e compradores de matérias-primas, mas incluem também a participação dos especuladores na formação de preços futuros do cacau. A CECL (2001, p.3-5) fala sobre a participação dos especuladores no mercado de futuros do cacau. Neste sentido, este estudo enfatiza que a participação dos especuladores nos mercados de futuros pode desequilibrar os elos da cadeia produtiva do cacau (produtores, processadores, consumidores), pois adotam posições longas ou curtas nas negociações dos contratos futuros com a expectativa do preço do cacau aumentar ou diminuir no mercado.

A atividade especulativa no mercado de futuros do cacau pode facilitar a sua liquidez, permitindo que os seus operadores no mercado físico compensem os riscos de preços. Cabe ressaltar que, os especuladores influenciam as oscilações de preços deste produto no mercado internacional, tanto físico quanto de futuros, uma vez que esses mercados são integrados, no sentido do mercado físico entregar a mercadoria, para ser vendida no mercado de futuro, onde qualquer notícia boa ou má sobre a produção do cacau, nos países produtores, influenciará a formação de preços do cacau no mercado de futuros.

³É o número total de contratos que ainda não foram liquidados por compensação ou entrega, isto é, o número de contratos não liquidados.

⁴É o preço mais alto pago por uma mercadoria ou a sua opção num determinado período de tempo, normalmente um dia ou a duração de um contrato.

⁵É o preço mais pago durante o dia ou ao longo da vida do contrato.

⁶É o número de contratos fechados ao dia, ou ao mês.

Amin (2004, p.5) atribui às atividades especulativas no mercado de futuros do cacau as distorções de preços desta *commodities*. Para o autor os especuladores são mais ativos que os *hedges*, as pessoas físicas, corretoras, empresas, instituições filantrópicas e instituições educativas fazem parte deste grupo. A instabilidade incorporada na formação dos preços internacionais de cacau decorre da alta participação que a produção do cacau representa para os países produtores, onde esses agentes especulativos contribuem para aumentar a incerteza dos agentes do elo da cadeia produtiva do cacau em relação aos preços futuros do cacau.

A instabilidade no mercado de futuro do cacau decorrente da participação dos especuladores na formação dos preços de futuros é comprovada através de diversos noticiários sobre o comportamento do mercado do cacau na cotação das bolsas de Nova York. O Jornal “O Valor Econômico” datado no dia 01/02/2005 constata que as cotações do cacau recuaram na bolsa de Nova York (CSCE), pressionadas pelas vendas de especuladores, onde o contrato para março de 2005 recuou US\$ 37, uma queda de 2,4% em relação ao dia anterior, para US\$1.525 por toneladas.

O mesmo jornal noticiou no dia 23/11/2005 à alta de preço do cacau no mercado de futuros na bolsa de Nova York. Esta alta se deve a posição inversa tomada pelos especuladores neste mercado. Veja que no primeiro noticiário, a posição dos especuladores era de venda ocasionando o recuo nos preços do cacau no mercado futuro. O segundo noticiário a alta no preço do cacau se deve ao fato da posição dos especuladores ser de compra. Essas compras realizadas fizeram com que, os contratos para março de 2006 encerrassem a US\$ 1.429 toneladas, com elevação de US\$ 15, segundo o Jornal “O Valor Econômico” (2005).

3 INSTRUMENTAL ANALÍTICO

O estudo da teoria econômica sugere diversas relações entre as variáveis econômicas. Ao especificar um modelo econométrico esta relação descreve o comportamento dessas variáveis para explicar um fenômeno econômico. Neste sentido, por exemplo, o modelo de regressão linear simples estuda a relação entre duas variáveis, assumindo que o seu comportamento seja uniforme e as suas observações homogêneas.

A suposição desses modelos em ordem de importância prediz que a variação aleatória da variável resposta para qualquer valor fixo de X , por exemplo, segue uma distribuição normal que possui termos de erros independentes e variância constante (ou seja, a mesma para todos os valores de X).

No entanto existem limitações tanto para o modelo de regressão linear simples quanto para o modelo de regressão linear múltipla. E esta se refere à análise dos dados, que por sua vez captam somente os valores correntes da variável explicada ou dependente. Isto por sua vez pode causar a não veracidade dos dados e da análise econômica dos fatos.

Surge, então os modelos dinâmicos para preencher esta lacuna deixada pelos modelos estáticos, pois em suas análises incluem não somente os valores correntes, mas também os defasados (passados) das variáveis explicadas e explicativas. Em outras palavras “esses modelos auto-regressivo e de defasagem distribuída retratam o caminho temporal da variável dependente em relação aos seus valores passados” (Gujarati, 2000, p.590).

Com a publicação da metodologia ARIMA de Box-Jenkins (BJ), a ênfase se permeava na construção de métodos de previsão de análise de propriedades probabilísticas (ou estocásticas) das séries de dados temporais econômicos. Ou seja:

Ao contrário dos modelos de regressão, nos quais γ_t é explicado por K regressores

$\chi_1, \chi_2, \chi_3, \dots, \chi_k$, nos modelos de séries temporais do tipo BJ, γ_t pode ser explicado por valores passados (ou defasados) do próprio Y e dos termos de erros estocásticos. (Gujarati, 2000, p.741).

A técnica de VAR (Modelo de Auto-regressão Vetorial) também é aplicada em método de previsão de variáveis econômicas financeiras, principalmente no gerenciamento de riscos de preços no mercado agrícola. Em sua metodologia, o modelo apresenta diferentes métodos a serem aplicados para comparar as atividades de riscos em diversos mercados, entre eles está o método da variância condicional que capta os fatos estilizados da maioria das séries de retornos, a saber, (leptocurtose, conglomerados de volatilidades e assimetrias).

Porém, neste trabalho o propósito é analisar a volatilidade de preço do cacau na Bolsa de Nova York (CSCE) em relação à instabilidade de preço no período correspondente a 03/01/1989 a 31/12/2005 usando como instrumental analítico o modelo ou família GARCH, modelos estes de previsão de volatilidade condicional.

Neste propósito será apresentada a contextualização histórica sobre o referido modelo e a sua contribuição para a análise da volatilidade do preço do cacau na Bolsa de Nova York (CSCE).

3.1 MODELO ARCH

Até períodos recentes, uma década atrás, os modelos econométricos 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 econométricas 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 futuro. Neste sentido, surge o Modelo ARCH proposto por Engle (1982) sendo o primeiro modelo a tratar da variância condicional presente em séries financeiras.

Os modelos ARCH possuem o fator (p) que captura a heterocedasticidade condicional dos retornos financeiros “admitindo que a variância condicional de hoje seja a média ponderada dos retornos ao quadrado não-esperados do passado” (Alexander, 2005, p.76). Se ontem ocorreu no mercado um grande movimento de contratos ou fechamento de contratos, o efeito no dia anterior, é o de aumentar a variância condicional de hoje, pois um dos pressupostos deste modelo é a imposição de restrições aos parâmetros do modelo para que eles não sejam negativos.

Issler (1999) ao aplicar o Modelo ARCH em séries econométricas financeiras lembra que, Engle (1995) aplicou este modelo no debate das expectativas racionais da Macroeconomia. Isto relembra que, na década de 70 o mundo aspirava uma alta inflação decorrente do choque do petróleo, surgindo desta forma a idéia de Engle (1995) em prever a inflação neste período nos Estados Unidos.

Segundo Engle (2004, p.406 e 408):

I was looking for model that could assets the volatility of a conjecture of Milton Friedman (1997) that the unpredictability of inflation was a primary cause of business cycles. He hypothesized that the level of inflation was not a problem; it

was the uncertainty about future costs and prices that would prevent entrepreneurs from investing and lead to a recession. This could only be plausible if the uncertainty were changing over time so this was my goal. Econometricians call this heteroskedasticity. [...] The solution was autoregressive conditional heteroskedasticity on ARCH, a name invented by David Hendry. The ARCH model described the forecast variance in terms of current observables. Instead of using short or long sample standard deviations, the ARCH model proposed taking weighted variance. These weights could give (Engle, 2004, p.406 e 408).

Desta forma Gujarati (2000, p.438) escreve que o Modelo Autoregressivo de Heterocedasticidade Condicional (ARCH) surgiu em decorrência das oscilações presentes nas séries financeiras, nas quais os pesquisadores se defrontavam ao prever as variáveis desta série.

Essas oscilações de um período para outro gerava a volatilidade do mercado financeiro, o que sugeria erros de previsão, que nos modelos dinâmicos se refere aos erros de variâncias não constantes, ou seja, a presença de uma espécie de autocorrelação na variância desses erros.

Neste sentido para capturar esta autocorrelação Engle (1992) desenvolveu o modelo ARCH. A idéia chave deste modelo é a dependência do erro de previsão no instante presente em relação aos erros do período passado.

Valls (2002) ao discorrer sobre o referido modelo atribuiu ao mesmo a expressão da variância condicional como uma defasagem distribuída do quadrado dos retornos, que para a visualização do entendimento se propôs a observar, no primeiro instante um modelo de regressão de k variáveis.

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_K X_{Kt} + u_t \quad (1)$$

Neste modelo de regressão o termo de erro se concentra somente no período presente, ou seja, a informação disponível no instante presente. Suponha agora que a regressão seja

dinâmica e o termo de erro reflita também, as informações disponíveis no período passado, então:

$$u_t \sim N \left[0, \left(\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 \right) \right] \quad (2)$$

A equação (2) demonstra o termo de erro (u_t) se distribuindo normalmente com média zero e variância de $(\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2)$, que Gujarati (2000, p.438) concluiu que, “a variância de u_t depende do quadrado do termo de perturbação no instante anterior (t-1) chamado de processo ARCH (1)”.

Desta forma se pode formalizar a equação que demonstra o processo ARCH (p), através da variância do termo de erro de uma série financeira.

$$Var(u_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p u_{t-p}^2 \quad (3)$$

O modelo acima pode ser estimado da seguinte forma:

$$\hat{u}_t^2 = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 \hat{u}_{t-1}^2 + \hat{\alpha}_2 \hat{u}_{t-2}^2 + \dots + \hat{\alpha}_p \hat{u}_{t-p}^2 \quad (4)$$

De acordo com Bueno (2002) o modelo ARCH pode ser definido como um processo estocástico do ε_t (termo de erro) em tempo discreto e o ε_{t-1} (termo de erro defasado de um período ou o período anterior).

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).

Enquanto que Bueno (2002, p.372) apresenta dois teoremas que compõe o modelo ARCH. O que interessa para este trabalho é o primeiro que diz respeito ao q-ésimo processo linear ARCH, onde o coeficiente $\alpha > 0$ (positivo), $\alpha_i \geq 0$, condição esta, para que a variância condicional seja positiva. Neste teorema considera-se o “q-ésimo processo linear ARCH estacionário, quando as raízes da função característica associada estiverem fora do círculo unitário” (Bueno, 2002, p.372).

Segundo Harris e Sollis (2003, p.45) o modelo ARCH, primeiramente se tornou popular na econometria financeira, pois:

When applied to time series on the returns from investing in a financial asset, the concept of a conditional variance has a natural interpretation as the time-varying risk associated with that asset, and not only does the ARCH model allow for an estimate of the conditional variance of a time series to be obtained but it also enables forecast of futures values of the conditional variance to be computed. Obtaining an estimate of the risk associated with a share or a stock market index and being able to forecast that risk into the futures is, for financial econometricians, an extremely attractive feature of a time series model (Harris e Sollis, 2003, p.45).

O emprego do modelo ARCH em séries financeiras assume grande importância no estudo da volatilidade dos retornos de um determinado ativo, tanto para os valores presentes quanto para os futuros, o que corresponde à interpretação natural do risco de preços no tempo. Dadas às limitações deste modelo quanto ao excesso de parâmetros estimados, surge em 1986 a generalização do modelo ARCH, o GARCH (1986) proposto por Bollerslev.

3.2 O MODELO GARCH

Este item descreve uma estrutura de modelagem da volatilidade variável no tempo, que o diferencia de outros modelos que analisam a volatilidade estática no tempo. A vantagem de se adotar um modelo de variância dinâmica, no tempo, é a captação do fenômeno da heterocedasticidade condicional auto-regressiva nos modelos econométricos.

Segundo Alexander (2005, p.67) a captação deste fenômeno em série de dados temporais, surgiu em 1963, por Benoit Mandelbrot. Este ao estudar as séries de tempo dos retornos no mercado financeiro percebeu que havia períodos de instabilidades intercaladas seguidas de períodos de tranquilidade, ou seja, “grandes retornos eram seguidos por grandes retornos, não necessariamente de mesmo sinal” (Alexander, Ibid).

A este fenômeno a denominação que predominou foi o agrupamento da volatilidade do mercado financeiro. A base estatística que dá ênfase a este fenômeno é a correlação⁷, que neste caso, se mostra positiva quando os retornos são elevados ao quadrado. Entende-se por correlação positiva, os movimentos ascendentes de uma das séries de retorno, que tende a acompanhar os movimentos crescentes da outra, então, uma correlação negativa entre duas séries de retorno é quando, movimentos decrescentes de uma série de retorno estão associados aos movimentos crescentes da outra, ou seja, as duas séries caminham em sentido oposto uma da outra.

⁷ Segundo Alexander (2005, p.5) a correlação é uma medida dos movimentos conjuntos entre duas séries de retorno.

Os agrupamentos da volatilidade, efeito alavancagem e a assimetria dos retornos são contemplados no modelo GARCH, como se verá a seguir.

3.2.1 Características do Modelo GARCH

Diversos estudos já abordaram os Modelos GARCH em séries de retornos de ações nas bolsas de valores ou mesmo aplicando em séries temporais de preços de commodities. O objetivo desses estudos se permeia, em torno da investigação da volatilidade ao longo da série de preços adotada. O modelo GARCH, sendo um modelo de heterocedasticidade condicional auto-regressivo, admite como hipótese de que os retornos sejam gerados por um processo estocástico com uma volatilidade variável no tempo.

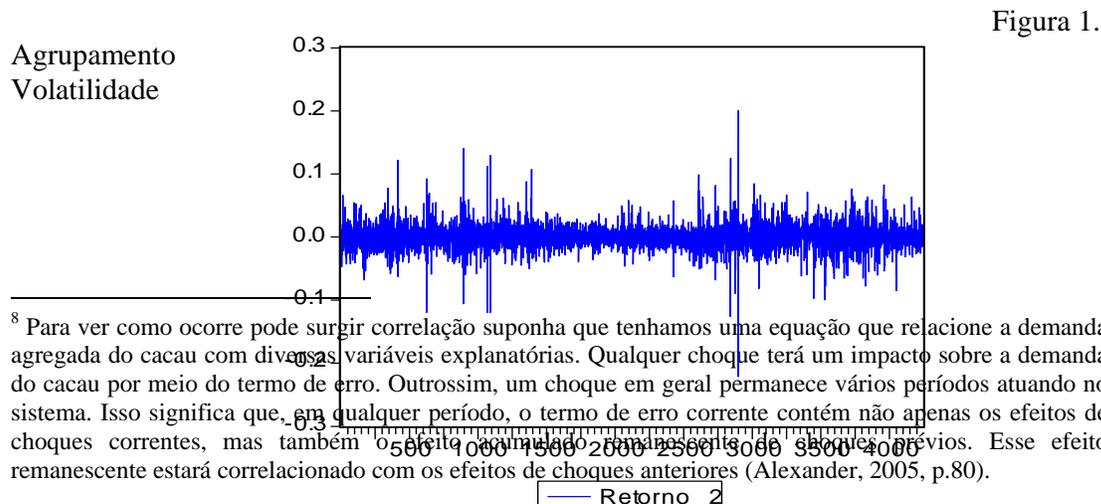
3.2.1.1 Agrupamento de Volatilidade

Agrupamento de volatilidade é a heterocedasticidade condicional auto-regressiva de uma série de retorno financeira ou mesmo de uma série de retorno de uma *commodity*. A manifestação do agrupamento da volatilidade em uma série de retorno apresenta-se em frequência diária e até semanal, onde a volatilidade se torna presente com mais ênfase nos dados intradiários (Alexander, 2005, p.70).

A Figura 1 abaixo demonstra como o agrupamento da volatilidade se manifesta em uma série de preços do cacau cotado na Bolsa de Nova de York (CSCE), no período de 03/01/1989 a 31/12/2005, adotando a segunda posição no mercado.

Os diversos agrupamentos de volatilidade na série de retorno do cacau demonstram a presença da heterocedasticidade nos retornos. Isto pode ser explicado por dois tipos de novos acontecimentos no mercado. O primeiro se refere a um anúncio antecipado de boas notícias no mercado de futuros do cacau, que alterou por sua vez a dinâmica do mercado. Isto porque antes da chegada de boas notícias, o mercado do cacau estava turbulento com altos índices de volatilidades e retornos negativos, mas em períodos posteriores o mercado ganhou consistência e a volatilidade diminuiu e os retornos de preços do cacau aumentaram, revelando a satisfação dos investidores naquele determinado momento.

Porém, com a chegada de notícias más sobre o mercado do cacau ou referente à moeda negociada em contratos, a volatilidade de preços do cacau aumentou, e de forma conjunta originou retornos negativos para os agentes econômicos participantes deste mercado. Segundo Alexander (2005, p. 70) “o agrupamento da volatilidade implica a existência de uma forte autocorrelação⁸ dos retornos ao quadrado”.



⁸ Para ver como ocorre pode surgir correlação suponha que tenhamos uma equação que relacione a demanda agregada do cacau com diversas variáveis explanatórias. Qualquer choque terá um impacto sobre a demanda do cacau por meio do termo de erro. Outrossim, um choque em geral permanece vários períodos atuando no sistema. Isso significa que, em qualquer período, o termo de erro corrente contém não apenas os efeitos de choques correntes, mas também o efeito de choques anteriores. Esse efeito remanescente estará correlacionado com os efeitos de choques anteriores (Alexander, 2005, p.80).

3.2.1.2 O Efeito Alavancagem

O efeito alavancagem se apresenta em uma série de retorno como uma causa secundária de uma assimetria da volatilidade implícita⁹. Isto informa que, a volatilidade tende a crescer ou ficar maior quando o mercado de futuros em questão está em queda que quando o mercado está em alta (Alexander, 2005, p. 72). Isto é, quando os preços de uma commodity caem, o passivo do agente participante do mercado permanece constante no curto prazo fazendo com que os investimentos deste agente tenham retornos negativos. Este agente, uma vez com retornos negativos em seus investimentos se torna mais alavancado no mercado, o que por sua vez torna o futuro do empreendimento deste agente incerto e, portanto o preço da commodity se torna mais volátil no tempo.

A seguir este trabalho apresentará uma breve introdução sobre o modelo de heterocedasticidade condicional auto-regressivo (ARCH), proposto por Engle (1982). Em seguida a generalização deste modelo, o GARCH, introduzido por Bollerslev (1986), seguindo esses modelos está o EGARCH (ou GARCH simétrico, proposto por Nelson (1991)) e o TARARCH (GARCH assimétrico, proposto por (Zakoian, 1994)), no entanto, este artigo estimará somente o modelo GARCH para captar a volatilidade na série de retorno do cacau.

3.2.1.3 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 (2003, p.63) 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).

Silva e Júnior (2005) discorrem que o componente ARCH (p) e (q) a ordem do componente GARCH significam o modelo de heterocedasticidade condicional autoregressivo generalizado. Enquanto que Valls (2002) diz que o mesmo “se constitui numa tentativa de expressar de forma mais parcimoniosa a dependência temporal da

⁹ No capítulo da volatilidade este conceito será estruturado com mais ênfase.

variância condicional” (Valls, 2002, p.27). Visto que, no Modelo ARCH a variância condicional dependia do quadrado dos retornos, o modelo GARCH sendo uma generalização daquele modelo, demonstra que a variância dependerá também, do passado das próprias variâncias condicionais.

Estatisticamente, a volatilidade dos retornos em séries financeiras pode ser associada à presença de elevada autocorrelação no quadrado dos retornos, confirmando assim a dependência temporal dos choques passados na série em questão.

Para Mol (2004, p.6) a vantagem do modelo GARCH em relação à especificação do modelo ARCH é que aquele contém poucas restrições em seus parâmetros, ou seja, a alta persistência da volatilidade das séries financeiras não induz a introdução de muitos parâmetros no modelo, o que significa mais consistência em seus retornos.

Neste âmbito, existe uma condição para que a variância do processo seja positiva e fracamente estacionária. A condição se resume a $\alpha_0, \alpha_1 > 0; \beta_1 > 0$ e $\alpha_1 + \beta_1 < 1$, onde o valor dos parâmetros α_1, β_1 tem que ser positivo.

Se por acaso permanecer a persistência de choques na volatilidade das séries de retorno de uma *commodity* ou de uma série financeira, bastará somar os parâmetros $\alpha_1 e \beta_1$. Se a somatória desses dois parâmetros for próxima de 1 “maior será o efeito daquela informação (choque) no decorrer do tempo, levando, assim, mais dias para dissipar-se” (Mol, 2004, p.61).

Silva e Júnior (2005, p.123) observam que, principalmente nos mercados financeiros existe o efeito alavancagem, que consiste em períodos onde os preços estão em baixa (volatilidade intensa) e em períodos de altas nos preços (volatilidade baixa). Desta forma o efeito alavancagem produz choques positivos e negativos (Bueno, 2002, p.372) que impacta de forma diferente na volatilidade da série.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DADOS

Os dados utilizados neste trabalho foram pesquisados na bolsa de Nova York (*Coffea, Suggar, Cocoa Exchange* – CSCE) no período de 03/01/1989 a 30/12/2005, com um total de 4248 observações. Os dados foram distribuídos de acordo com os meses de vencimento de contrato futuro do cacau na Bolsa de Nova York (CSCE), a saber, meses de março, maio, julho, setembro e dezembro. Destes meses foi escolhida a segunda posição de

cotação dos contratos de futuros do cacau com o objetivo de determinar a volatilidade ou o risco de retornos de preços do cacau no período analisado.

As séries de preços do cacau no período escolhido foram transformadas para retornos, usando a seguinte fórmula: $r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$. Neste trabalho se usará o modelo econométrico GARCH (1,1) para se estimar a volatilidade dos retornos de preços do cacau. A análise dos dados será acoplada através de gráficos e quadros com as estatísticas descritivas do modelo econométricos em questão, o software utilizado para a manipulação dos dados foi o Eviews 3.0.

4.1 ANÁLISE DO MODELO GARCH

Antes de se estimar o modelo GARCH foi necessário realizar o teste ARCH para verificar se há ou não presença de heterocedasticidade condicional auto-regressiva na série de retornos do cacau cotado na CSCE. Os resultados obtidos pelo Teste ARCH estão disponibilizados na tabela 01, e contam a presença do efeito ARCH na série de retornos

do cacau para o período analisado. Este resultado rejeita a hipótese nula de que não há presença do efeito ARCH na série de retorno e se aceita a hipótese alternativa de que há presença do efeito ARCH nos resíduos da série de retorno do cacau.

Pelo resultado das estatísticas demonstrados na Tabela 2 concluí-se que, o valor do teste LM adquirido pela fórmula $LM = n.R^2$, é igual a 70,88 indicando que este é maior que o valor crítico da distribuição qui-quadrado χ^2 (11,07), obtido com um nível de significância de 5% e grau de liberdade igual a 5 (g.l=K-1 ou g.l=6-1=5). Para se estimar o teste ARCH o lag utilizado foi 5 para um valor-p igual a 0,0000. O valor da estatística F encontrado (14,39) é maior que o valor crítico do F (2,21) com graus de liberdade igual a 5. Logo, esses resultados permitem que se anule a presença da homocedasticidade nos resíduos dos retornos do cacau e se aceita a presença do efeito ARCH (heterocedasticidade condicional auto-regressiva) nos resíduos dos retornos do cacau para o período analisado.

Tabela 1. Hipótese para o efeito ARCH

$H_0 : LM < \chi^2$ OU $F_{cal} < F_{crítico}$	$H_a : LM > \chi^2$ OU $F_{cal} > F_{crítico}$
Há presença de homocedasticidade nos resíduos dos retornos do cacau ou não há presença do efeito ARCH.	Há presença de heterocedasticidade nos resíduos dos retornos do cacau ou há presença do efeito ARCH.

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

Tabela 2. Teste ARCH dos retornos de cacau no CSCE.

ARCH Test:				
F-statistic	14.39756	Probability	0.000000	
Obs*R-squared	70.88511	Probability	0.000000	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 04/01/06 Time: 21:49				
Sample(adjusted): 7 4248				
Included observations: 4242 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000272	1.58E-05	17.26615	0.0000
RESID^2(-1)	0.054878	0.015352	3.574665	0.0004
RESID^2(-2)	0.071667	0.015367	4.663594	0.0000
RESID^2(-3)	0.063979	0.015374	4.161538	0.0000
RESID^2(-4)	0.030512	0.015360	1.986479	0.0470
RESID^2(-5)	0.017831	0.015344	1.162037	0.2453
R-squared	0.016710	Mean dependent var		0.000358
Adjusted R-squared	0.015550	S.D. dependent var		0.000758
S.E. of regression	0.000752	Akaike info criterion		-11.54560
Sum squared resid	0.002397	Schwarz criterion		-11.53662
Log likelihood	24494.22	F-statistic		14.39756
Durbin-Watson stat	2.000428	Prob(F-statistic)		0.000000

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

Os resultados obtidos com a estimação do GARCH (1,1) estão disponibilizados na Tabela 3. A equação (6) a seguir representa o modelo GARCH (1,1) estimado para se captar a dinâmica da volatilidade na série de retorno do cacau.

$$\sigma_t^2 = 2,42 + 0,0358 \varepsilon_{t-1}^2 + 0,9578 \sigma_{t-1}^2 \quad (6)$$

(0,0046) (0,000) (0,0000) (Probabilidades)

Segundo Mol (2004, p.61) e Alexander (2005, p.78) as condições observadas para que a variância do processo seja positiva e fracamente estacionária é $\alpha_0, \alpha_1 > 0$ e $\beta_1 > 0$. Nestas condições os coeficientes $\alpha_0 = 2,42$, $\alpha_1 = 0,0358$ são positivos, sendo que o segundo parâmetro é o ARCH que representa o coeficiente de reação da volatilidade; enquanto que, o coeficiente $\beta = 0,9578$ representa o coeficiente de persistência da volatilidade ou o risco na série de retorno do cacau, ou seja, o componente GARCH.

A soma dos coeficientes de reação (ARCH) com o coeficiente de persistência da volatilidade (GARCH) definem se os riscos persistem na série de retornos do cacau. Neste sentido, conclui-se que, a somatória dos coeficientes é igual a 0,9936, ou seja, bem próxima de 1. Alexander (2005, p.77) e Lamounier (2001, p.164) alertaram o leitor para o resultado da somatória destes dois parâmetros, se esse for maior ou mais próximo de 1, maior será o efeito de qualquer turbulência no mercado no decorrer do tempo, e conseqüentemente mais tempo para decepar-se. Se este resultado for igual a 1 o modelo GARCH (1,1) terá raiz unitária.

Tabela 3. Estimação do Modelo GARCH (1,1) para série de retorno do cacau.

Dependent Variable: RETUR2				
Method: ML - ARCH				
Date: 04/02/06 Time: 03:30				
Sample(adjusted): 2 4248				
Included observations: 4247 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 24 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-8.78E-05	0.000266	-0.330379	0.7411
Variance Equation				
C	2.42E-06	8.53E-07	2.833896	0.0046
ARCH(1)	0.035889	0.006933	5.176269	0.0000
GARCH(1)	0.957882	0.007911	121.0875	0.0000
R-squared	-0.000021	Mean dependent var		-6.17E-07
Adjusted R-squared	-0.000728	S.D. dependent var		0.018946
S.E. of regression	0.018953	Akaike info criterion		-5.169553
Sum squared resid	1.524160	Schwarz criterion		-5.163568
Log likelihood	10981.55	Durbin-Watson stat		2.017097

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

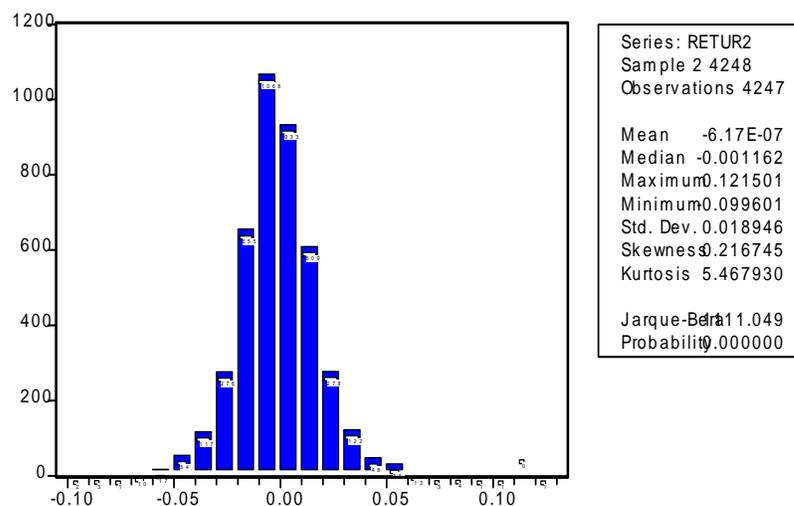
Tabela 4. Matriz de Covariância do Modelo GARCH (1,1)

	C	C	ARCH(1)	GARCH(1)
C	7.06E-08	-3.97E-14	-5.06E-08	8.40E-08
C	-3.97E-14	7.28E-13	2.99E-09	-5.00E-09
ARCH(1)	-5.06E-08	2.99E-09	4.81E-05	-5.15E-05
GARCH(1)	8.40E-08	-5.00E-09	-5.15E-05	6.26E-05

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

A descrição das estatísticas básicas da Figura 2 analisa, conjuntamente, os resíduos do retorno de preço do cacau. O teste Jarque-Bera é baseado nas diferenças entre os coeficientes de assimetrias e a curtose. A sua finalidade é testar a hipótese nula de que a amostra foi extraída de uma distribuição normal. Este teste necessita dos cálculos da assimetria e da curtose que já estão disponíveis na tabela acima. O coeficiente de assimetria é igual a 0,2167 e a curtose 5,4679 e da estatística Jarque-Bera 1111.049. Esses resultados demonstram que o valor da curtose é menor que 3 e apresenta uma distribuição achatada, isto é, apresenta alta variabilidade nos retornos do cacau. A característica da assimetria para as séries de retorno do cacau é a platicúrtica, pois apresenta caudas curtas em sua forma. O valor do teste JB apresenta muito alto para a série de retornos do cacau, isto permite que se aceite a hipótese de que os erros se comportam de forma normal no retorno em questão.

Figura 2. Descrição do Teste de Jarque-Bera dos retornos de preços do cacau



Os resultados obtidos, pelas Figuras 3 e 4, demonstram a dinâmica da volatilidade na série de retorno do cacau na CSCE. Isto significa que, o mercado de futuros do cacau é altamente volátil a qualquer distúrbio ou informações relacionadas à negociação de contratos de futuros na CSCE apresentando altos riscos nos retornos do cacau, uma vez que, períodos tranquilos de pequenos retornos são seguidos por períodos altas volatilidade e período de grandes retornos acompanha períodos de baixa volatilidade. Os resultados inferidos pela análise gráfica indicam a existência do fenômeno da heterocedasticidade condicional no modelo, dado o agrupamento da volatilidade onde “picos” de retornos altos são seguidos por “picos” baixos de retornos dando ênfase aos constantes riscos nos retornos do cacau negociado na CSCE no período proposto pelo trabalho.

Figura 3. Segunda Posição e Retorno do cacau na CSCE

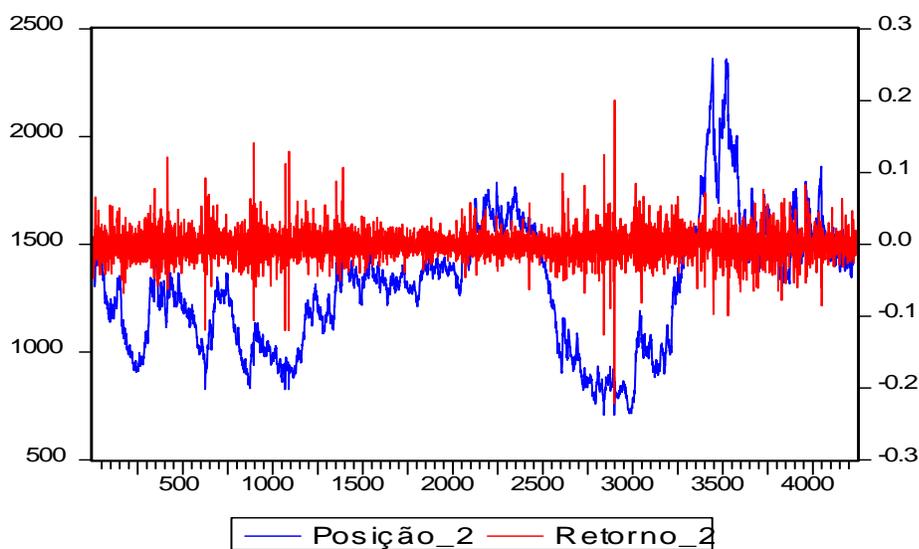
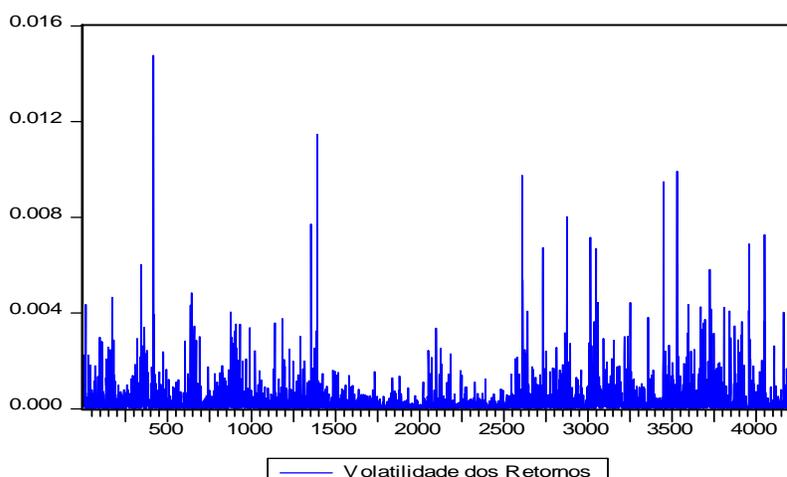


Figura 4. A Volatilidade nos Retornos do cacau



4 CONCLUSÃO

Neste trabalho se estimou o modelo GARCH (1,1) para estudar a dinâmica da volatilidade na série de retorno do cacau cotado na bolsa de Nova York (CSCE). Constatou-se através do teste ARCH que a referida série do cacau apresentou heterocedasticidade condicional auto-regressiva em seus retornos. Isto prediz que, em curto prazo há riscos persistentes no retorno do cacau, indicando que os choques da variância condicional (parâmetro que mede a persistência da volatilidade) levam algum tempo para desaparecer do mercado.

A presença da autocorrelação nos resíduos ao quadrado dos retornos de preços do cacau permitiu que a hipótese de presença da autocorrelação fosse aceita para a série em questão. Concluindo que, o retorno de preço do cacau de um período, poderá ser positivamente ou negativamente correlacionado com os retornos do período anterior marcando a dinâmica da volatilidade ou do risco na série de retorno do cacau para o período 03/01/1989 a 30/12/2005.

A análise dos resíduos para o teste Jarque-Bera indicou a distribuição normal dos resíduos da série do cacau, enquanto que o valor encontrado da curtose foi menor que 3, significando a presença de caudas curtas na distribuição dos resíduos, ou seja, alta variabilidade nos resíduos de um período para o outro.

Este trabalho se preocupou em demonstrar somente à dinâmica da volatilidade na série de retorno de preço do cacau, sendo, portanto, desnecessário se estimar outros modelos da família GARCH. A importância de se estimar um modelo da magnitude GARCH(1,1) na série de retornos do cacau negociada na CSCE é capturarmos o grau de risco de se negociar um contrato de futuros desta commodity.

As constantes flutuações de preços e volume de produção, no mercado á vista do cacau são transportadas para o mercado de futuros atingindo as negociações do produto. O reflexo desta realidade é a volatilidade dos retornos do cacau, onde período de turbulência no mercado com a entrada e saída de boas ou más noticia tendem a stressar os agentes que negociam esta *commodity*.

A tabela 5 demonstra a matriz de covariância do modelo GARCH (1,1). Esta matriz na análise de qualquer série de risco é uma forma concisa e conveniente de representar a informação relativa a todas as volatilidades e correlação de um sistema, pois se constitui um cerne na administração de riscos.

A continuação deste trabalho seria a aplicação os demais modelos GARCH nesta série de dados para se entender a assimetria da volatilidade nos retornos do cacau e o risco decorrente deste processo. Além disso, poder-se-ia computar os diversos tipos de volatilidades nesta série incluindo nesta análise o volume de contratos trocados do cacau e o volume de contratos fechados para a segunda posição cotada na bolsa de Nova de York (CSCE) para que a análise da dinâmica da volatilidade dos retornos do cacau seja observada em suas diversas especificações.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, Carol. **Market Models: A Guide to financial Data Analysis**, 2003.
- _____. **Modelos de Mercados: Um Guia para a análise de informações financeiras**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2005.
- AMIN, Mário M. **A ação especulativa dos Fundos na determinação dos preços internacionais das commodities**. Belém: Unama, 2004.
- COMITÉ EJECUTIVO DEL LONDRES CACAU. **Câmbios Estructurales em sector del cacao y formación del precio em los mercados mundiales**. Londres: Comitê Ejecutivo, 2001.
- BODIE, Zvi. **Fundamentos dos investimentos**. São Paulo: Bookman, 2000.
- BOSWIJK, Peter. **Sucess and failure of technical trading strategies in the cocoa futures market**. Amsterdam: Cendeff, 2001.
- BOLLERSLEV, Tim. **Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity**. Journal of Econometrics, v.31, n.3, p.307-327, 1986.
- BUENO, Rodrigo De Losso da Silveira. **Ainda os modelos GARCH**. São Paulo: Revista Economia Aplicada, v.6, n.02, abril-junho, 2002.
- ENGLE, Robert F. **Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with estimates of the variances of United Kingdon Inflation**. Econometrica, v.50, n.4, p.987-1007, 1982.
- _____. **Risk and Voaltility: Econometric Models and Financial Practice**. USA: The American Economic Review, v.94, n.3, pp.405 a pp.420, 2004.
- _____. **ARCH: Selected Readings**. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- GUJARATI, Domar. **Econometria**. São Paulo: Books, 2000.
- HARRIS, Richard; SOLLIS, Robert. **Applied time series modelling and forecasting**. USA: Wiley, 2003.
- HULL, Jonh C. **Option, Futures and Other Derivatives**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc., 1996.
- _____. **Introdução aos mercados futuros e de opções**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1994. 410p.
- ISSLER, João Victor (ORG). **Estimating and Forecasting the Volatility of Brazilian Finance Series Using ARCH Models**. Rio de Janeiro: FGV, 1999.
- LAMOUNIER, Wagner Moura. **Comportamento dos preços no mercado spot de café do Brasil: Análise nos domínios do tempo e da freqüência**. Minas Gerais: Viçosa, 2001. (Tese de Doutorado).
- MENEZES, José Alexandre de Souza. **Estabilização de preços de cacau via estoque regulador**. Brasília: CEPLAC, 1987.
- MÓL, Anderson Luiz Rezende; JÚNIOR, Luiz Gonzaga de Castro; SÁFADI, Thelma. **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. **Conditional Heteroskedasticity in assets returns**: a new approach. *Econometrica*, 59, n.2, pp.347-370, 1991.
- SANTOS, Almir Martins; FILHO, Lindolfo Pereira dos Santos. **O Mercado do Cacau**. São Paulo: CEPLAC/CEPEC/SESOE, 2005.
- SILVA, Washington Santos; SÁFADI, Thelma; JÚNIOR, Luiz Gonzaga Castro. **Uma Análise Empírica da Volatilidade do retorno de commodities agrícola utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja**. Rio de Janeiro: Revista de Economia Rural, v.43, n.01, p.119 a 134. Mar. 2005.
- SCHOUCHANA, F. **Introdução aos mercados futuros e de opções agropecuárias no Brasil**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2 ed., 2004. 81p.
- SUFRAMA. **Projeto Potencialidade Regional**: Estudo de viabilidade econômica do cacau. Manaus: FGV, 2003.
- VALL, Pedro Luiz. **Estimação de Volatilidade**. Rio de Janeiro: Risktec, 2002. Disponível: <www.risktech.com.br>. Acesso: 18/10/2005.
- ZAKOIAN, J.M. **Threshold Heteroskedasticity Models**. *Journal of Economics Dynamics and control*, v.18, p.931-955, 1994.