



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

INSTITUTO DE ECONOMIA – IE

DEPARTAMENTO DE TEORIA ECONÔMICA - DTE

**AVALIAÇÃO DO RISCO EM OPERAÇÕES DE HEDGE NOS
MERCADOS FUTUROS DE BOI GORDO E CAFÉ ARÁBICA DA
BM&FBOVESPA**

ALUNO: BRUNO DE PAOLA PATROCÍNIO

ORIENTADOR: PROF. RODRIGO LANNA FRANCO DA SILVEIRA

Campinas

2011

BRUNO DE PAOLA PATROCÍNIO

**AVALIAÇÃO DO RISCO EM OPERAÇÕES DE HEDGE NOS MERCADOS
FUTUROS DE BOI GORDO E CAFÉ ARÁBICA DA BM&FBOVESPA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Graduação do Instituto de Economia da
Universidade Estadual de Campinas para
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Econômicas, sob orientação do Prof. Dr.
Rodrigo Lanna Franco da Silveira.

Campinas

2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e a meu irmão por terem me apoiado durante a realização do curso, e também aos meus professores, em especial, ao professor Rodrigo, pela paciência e disposição em me orientar neste projeto.

Campinas

2011

PATROCÍNIO, Bruno De Paola. Avaliação do Risco em Operações de Hedge nos Mercados Futuros de Boi Gordo e Café Arábica da BM&FBOVESPA. 2011. 49 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

Resumo

Um dos principais riscos que os agentes participantes dos setores agroindustriais enfrentam refere-se às oscilações não desejadas dos preços dos produtos de suas atividades. Para o gerenciamento de tal exposição, coloca-se como alternativa a realização de operações de hedge nos mercados futuros. Uma das características destes derivativos se baseia no ajuste diário das posições. Se, por um lado, este mecanismo contribui para minimizar o risco de crédito da transação, por outro lado, o agente se expõe à movimentação de fluxos diários nos mercados futuros, o que pode vir a comprometer a sua situação financeira de curto-prazo. Neste contexto, o presente trabalho tem o objetivo de utilizar técnicas de Value at Risk (VaR) para auxiliar no planejamento e execução do hedge dos agentes envolvidos no agronegócio, especificamente nos mercados de café arábica e de boi gordo da BM&FBOVESPA para o período entre 2002 e 2010. Através da pesquisa, percebeu-se que operações para posições compradas em contratos futuros de ambos os mercados estudados foram menos arriscadas, devido à valorização de tais commodities no período abrangido pela pesquisa. Além disso, observou-se uma maior adequação dos modelos de Simulação Histórica na estimação da maior perda possível no mercado de café arábica, enquanto no mercado de boi gordo os melhores resultados podem ser observados com o método de Simulação de Monte Carlo.

Palavras-chave: mercados futuros, commodities, value-at-risk .

LISTA DE FIGURAS

GRÁFICO 1- Participação das commodities no número total de contratos futuros agropecuários negociados em 2010.....	11
GRÁFICO 2 - Valor do Ajuste Diário para Boi Gordo entre 2002-2011.....	22
GRÁFICO 3 - Valor do Ajuste Diário para Café Arábica entre 2002-2011.....	23
GRÁFICO 4 - Volatilidade para preços futuros do Boi Gordo de 2002 – 2011.....	24
GRÁFICO 5 - Volatilidade para preços futuros de Café arábica de 2002 – 2009.....	25
GRÁFICO 6 - Resultados do Var para Boi Gordo 2002 – 2011 (Delta Normal e Simulação Histórica).....	28
GRÁFICO 7 - Resultados do Var para Boi Gordo 2002 – 2011 (Simulação de Monte Carlo).....	29
GRÁFICO 8 - Resultados do Var para Boi Gordo 2002 – 2011 (Delta Normal e Simulação Histórica).....	33
GRÁFICO 9 - Resultados do Var para Boi Gordo 2002 – 2011 (Simulação de Monte Carlo – Em Reais).....	34
GRÁFICO 10 - Resultados do Var para Café Arábica 2002 – 2011 (Delta Normal e Simulação Histórica).....	38
GRÁFICO 11 - Resultados do Var para Café Arábica 2002 – 2011 (Simulação de Monte Carlo).....	38
GRÁFICO 12 - Resultados do Var para Café Arábica 2002 – 2011 (Delta Normal e Simulação Histórica).....	41
GRÁFICO 13 - Resultados do Var para Café Arábica 2002 – 2011 (Simulação de Monte Carlo - Em dólar).....	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Número de contratos negociados ao final de cada ano.....	11
TABELA 2 - Resolvendo exercício e realizando os ajustes diários.....	12
TABELA 3 - Comparação das dificuldades e facilidades das Abordagens do VaR.....	20
TABELA 4 – Cálculo do VaR Médio Anual – Boi Gordo com Posição Vendida entre 2002 e 2011.....	30
TABELA 5 - Testes de Kupiec e Oliveira para Boi Gordo com Posição Vendida entre 2002 e 2011.....	32
TABELA 6 – Cálculo do VaR Médio Anual – Boi Gordo com Posição Comprada entre 2002 e 2011.....	35
TABELA 7 - Testes de Kupiec e Oliveira para Boi Gordo com Posição Comprada entre 2002 e 2011.....	37
TABELA 8 – Cálculo do VaR Médio Anual – Café Arábica com Posição Vendida entre 2002 e 2011.....	39
TABELA 9 - Testes de Kupiec e Oliveira para Café Arábica com Posição Vendida entre 2002 e 2011.....	40
TABELA 10 – Cálculo do VaR Médio Anual – Café Arábica com Posição Comprada entre 2002 e 2011.....	43
TABELA 11 - Testes de Kupiec e Oliveira para Café Arábica com Posição Comprada entre 2002 e 2011.....	44

SUMÁRIO

1. CAPÍTULO 1	1
1.1. Introdução	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Relevância do Projeto	3
2. INTRODUÇÃO AO MERCADO DE DERIVATIVOS	5
2.1. Mercado de derivativos: conceitos básicos.....	5
2.1.1. Aspectos operacionais dos mercados futuros	7
2.1.2. Formação de preços	8
2.1.3. Contratos futuros agropecuários da BM&FBOVESPA	9
2.1.4. Um Exemplo de <i>Hedge</i>	12
3. METODOLOGIA	13
3.1. Análise de Risco em Operações de Hedge: a Utilização do VaR.....	13
3.1.1. As Metodologias do VaR	14
3.1.2. Comparação Conclusiva Metodológica.....	19
3.2. A Utilização dos Backtestings	20
3.2.1. O Backtesting de Kupiec	20
3.2.2. O Backtesting de Oliveira.....	21
3.3. Dados da Pesquisa.....	22
3.3.1. Análise Gráfica dos Ajustes Diários.....	22
4. RESULTADOS DA PESQUISA	25
4.1. Considerações Preliminares	25
4.1.1. Análise Gráfica da Volatilidade dos Ajustes Diários	25
4.2. Mercado de Boi Gordo.....	27

4.2.1.	Posição Vendida	27
4.2.2.	Posição Comprada	32
4.3.	Mercado de Café Arábica	37
4.3.1.	Posição Vendida	37
4.3.2.	Posição Comprada	40
5.	CONCLUSÃO.	45
6.	BIBLIOGRAFIA.....	47

1. CAPÍTULO 1

1.1. Introdução

Os agentes envolvidos no agronegócio, como em outros processos produtivos, estão expostos a diversos tipos de riscos. Dentre eles estão o risco de produção, de crédito, operacional e de preço.

O risco de produção está associado a eventos (climáticos ou relacionados a pragas) que levam a não obtenção do volume de produto previamente planejado. Já o risco de crédito consiste na possibilidade da contraparte não honrar com seu compromisso de compra ou de venda do bem ao preço acordado. O risco operacional, por sua vez, refere-se às falhas de equipamentos ou humanas que podem existir na execução da atividade. Por fim, o risco de preço, também denominado de risco de mercado, surge das possíveis oscilações não desejadas que o preço do produto ou ativo de interesse possa ter em certo período.

Como observa Schouchana e Miceli (2004), o risco de mercado é apontado pelos agentes participantes das cadeias agroindustriais como um dos principais riscos presentes em suas atividades. Neste contexto, o uso de instrumentos capazes de garantir proteção contra o movimento contrário das cotações é vital para a continuidade dos negócios.

Uma das formas de realizar o gerenciamento, acima citado, compreende na utilização dos mercados de derivativos. Um derivativo consiste em um contrato cujo preço está atrelado (deriva) a um ativo-objeto do contrato, seja um ativo financeiro (taxas de juros, câmbio, ação ou índice de ação) ou uma commodity (metal, combustível, grão, animal, entre outros) para entrega diferida. A partir de tais contratos, é possível a realização de operações com liquidação futura, que podem reduzir oscilações não desejadas das cotações dos ativos de interesse, garantindo certa rentabilidade à atividade.

Um dos mais tradicionais derivativos, negociado exclusivamente em bolsas de mercadorias, é o contrato futuro. Este estabelece um acordo de compra e venda de um ativo para certa data futura a um dado preço. Conforme Hull (2005), estes papéis representam uma evolução dos contratos a termo, sendo que seu surgimento ocorreu com a criação da Chicago Board of Trade (CBoT), hoje denominada Chicago Mercantile Exchange Group (CME Group).

Duas características básicas envolvem os futuros. A primeira delas é a padronização de suas cláusulas (em relação ao objeto da negociação, tamanho do contrato, unidade da cotação, meses de vencimento, entre outras). Tal característica permite que os agentes participantes consigam reverter (liquidar) a sua posição a qualquer momento, transferindo a sua posição a um terceiro. Vale observar que, devido a este fato, agentes especuladores, não interessados na comercialização do ativo subjacente ao derivativo, inseriram-se nestes mercados, com intuito de realizar ganhos com a movimentação das cotações, contribuindo para aumentar a liquidez dos negócios.

A segunda característica se baseia no fato de, por serem destes derivativos negociados exclusivamente em bolsas de mercadorias, estas últimas, mediante as câmaras de compensação (*clearing houses*), garantem a integridade das negociações, diminuindo o risco de crédito da operação ao utilizar de mecanismos como ajustes diários e margens de garantias, as quais serão explicadas mais adiante (Hull, 2005). O principal deles refere-se ao ajuste diário das posições, o qual visa nivelar a posição do agente diariamente. Com isso, as partes do contrato efetuam pagamentos e/ou recebimentos diários conforme a oscilação dos preços futuros, não deixando para realizarem o acerto no final do contrato, o que potencializaria o risco de crédito da operação.

Assim, o mecanismo de ajuste diário contribui para minimizar o risco de crédito da transação, por outro lado, os agentes se expõem à movimentação de fluxos diários nos mercados futuros (Mól, 2002). Mesmo que a operação seja de *hedge*, desencaixes de recursos muito elevados para pagamento de ajustes pode comprometer a situação financeira no curto-prazo do agente envolvido no negócio. Tais oscilações nos fluxos de recebimento e, em especial, de pagamento dos ajustes diários são apontadas por vários agentes atuantes no agronegócio brasileiro como o principal fato da não utilização de contratos futuros como instrumento de gerenciamento de risco.

Um dos principais riscos que os agentes participantes dos setores agroindustriais enfrentam refere-se às oscilações não desejadas dos preços dos produtos de suas atividades. Para o gerenciamento de tal exposição, coloca-se como alternativa a realização de operações de *hedge* nos mercados futuros. Uma das características destes derivativos se baseia no ajuste diário das posições. Se, por um lado, este mecanismo contribui para minimizar o risco de crédito da transação, por outro lado, o agente se expõe à movimentação de fluxos diários nos mercados futuros, o que pode vir a comprometer a sua situação financeira de curto-prazo. Neste contexto, o presente trabalho tem o objetivo de utilizar técnicas de *Value at Risk* (VaR)

para auxiliar no planejamento e execução do *hedge* dos agentes envolvidos no agronegócio, especificamente nos mercados de café arábica e de boi gordo da BM&FBOVESPA para o período entre 2002 e 2010.

Uma vez realizada a introdução ao tema no capítulo 1 e introduzidos os conceitos básicos do mercado de derivativos, bem como os aspectos relativos à formação de preços futuros no capítulo 2, o capítulo 3 deverá descrever as metodologias empregadas no cálculo da maior perda possível em operações de *hedge* pela metodologia do VaR (Value-at-risk) como mecanismo de cálculo da maior perda possível em operações de *hedge*, bem como suas diferentes metodologias. Já no capítulo 4 serão realizados os testes empíricos com os dados de contrato futuro de Boi Gordo e Café Arábica da BM&FBOVESPA, seguidos pelo capítulo 5, que contém a conclusão do presente trabalho.

1.2. Objetivos

O presente trabalho tem o objetivo de utilizar técnicas de *Value at Risk* (VaR) para auxiliar no planejamento e execução do *hedge* dos agentes envolvidos no agronegócio, especificamente nos mercados de café arábica e de boi gordo da BM&FBOVESPA para o período entre 2002 e 2010.

1.3. Relevância do Projeto

O menor intervencionismo estatal na economia, aliado à evolução da integração dos mercados mundiais e ao crescente fluxo de comércio entre as nações acirrado pelo crescimento da China (SARTI & HIRATUKA, 2010), tem contribuído para uma maior necessidade de gerenciamento dos riscos de preços no mercado de *commodities* por parte de produtores, cooperativas, indústrias, exportadores, importadores, atacadistas, entre outros.

Como já mencionado, tal proteção contra oscilações não desejadas nos preços podem ser obtidos mediante a negociação de contratos futuros. No entanto, uma das desvantagens destes derivativos é o fluxo instável de ajustes diários que existe ao longo da operação.

Neste contexto, ganham importância estudos que auxiliem estimar as possíveis perdas de ajustes que podem existir nestes mercados, de modo a permitir um melhor planejamento e execução da operação. .

A pesquisa focará a atenção nos mercados futuros de café arábica e boi gordo da BM&FBOVESPA por dois motivos principais. O primeiro tem base no fato de serem produtos de bastante importância para a economia brasileira, envolvendo cadeias

agroindustriais amplas e bastante organizadas. O segundo se explica pelo significativo volume de negociação destes contratos na BM&FBOVESPA, o que leva a serem os mercados mais líquidos dentre os derivativos ali transacionados.

2. INTRODUÇÃO AO MERCADO DE DERIVATIVOS

O texto que se segue aborda primeiramente os conceitos básicos dos mercados de derivativos. Em seguida, apresentam-se as características operacionais dos mercados futuros e aspectos relativos à formação dos preços futuros. Após tal abordagem, o texto analisa os derivativos agropecuários e fornece o exemplo de uma operação de *hedge*.

2.1. Mercado de derivativos: conceitos básicos

Quando um produtor pretende vender sua produção, deve tentar se prevenir do risco de queda do preço de sua mercadoria para que não afete sua rentabilidade, uma vez que tem custos fixos e não pode depender do mercado para a determinação do preço de sua mercadoria. Para o comprador dessa mercadoria, o aumento de preço da mercadoria se revelaria como uma elevação dos custos de produção que, às vezes, não pode ser totalmente repassada, diminuindo sua rentabilidade. Dessa forma, ressalta-se a necessidade de um acordo entre as partes por um preço “justo” predeterminado a ser pago pela mercadoria em uma data futura, de maneira que se evitem aumentos e quedas desse preço provenientes de choques adversos do mercado, que possam ameaçar os lucros planejados de ambas as partes. Tais acordos podem ser instrumentalizados pelos contratos de derivativos.

Um derivativo consiste em um contrato cujo preço está atrelado (deriva) a um ativo-objeto do contrato, seja um ativo financeiro (taxas de juros, câmbio, ação, índice de ação) ou uma commodity (metal, combustível, grão, animal, entre outros). A partir de tais contratos, é possível a realização de operações com liquidação futura.

Quatro tipos básicos de derivativos são negociados em uma economia: contratos a termo, contratos futuros, swaps e opções. Contratos a termo são títulos que acordam a compra e venda de um ativo com preços e prazos pré-definidos, podendo ter liquidação física ou financeira. São, em geral, negociados em mercados de balcão, sendo os itens contratuais definidos entre as partes.

Os contratos futuros são semelhantes aos primeiros, contudo, representam uma evolução em alguns aspectos. Em primeiro lugar, os futuros são padronizados em relação ao ativo-objeto, ao tamanho do contrato, forma de cotação, meses de vencimento, entre outros itens. Tal característica permite que os agentes participantes consigam reverter (liquidar) a sua

posição a qualquer momento, transferindo a sua posição a um terceiro. Além disso, por serem papéis exclusivamente negociados em bolsa, a Câmara de Compensação desta instituição garante a integridade das negociações, diminuindo o risco de crédito da operação ao utilizar de mecanismos como ajustes diários e margens de garantias, as quais serão explicadas mais adiante (Hull, 2005).

Os swaps foram, inicialmente, operações semelhantes de proteção contra risco de oscilação no valor das moedas, e hoje podem ser conceituados de um modo geral como uma troca de índices entre dois investidores, sem envolver a troca do principal. Vale enfatizar que estes contratos são transacionados em mercados de balcão (Bessada, Barbedo e Araújo, 2005).

Já as opções, de acordo com Schouchana e Miceli (2004), são contratos financeiros em que são negociados direitos de compra ou de venda de um ativo-objeto, por determinado preço, os quais podem ser exercidos até ou em uma determinada data predeterminada.

Três participantes atuam no mercado de derivativos: *hedgers*, especuladores e arbitadores. Os *hedgers* são agentes que utilizam dos contratos de derivativos como forma de buscar proteção contra as oscilações não desejadas dos preços do ativo com o qual trabalha. A operação de *hedge* consiste em uma posição no mercado futuro oposta à do mercado à vista, a fim de minimizar o risco de uma perda financeira decorrente de uma alteração de preços adversa com um correspondente ganho na posição futura. (Bessada, Barbedo e Araújo, 2005).

Dois tipos de operações de *hedge* podem ser observados: o de compra e o de venda. Ao realizar um *hedge* de compra, o agente assume uma posição comprada (também conhecida como “*long*”) no mercado futuro. Se o preço do produto sobe (cai), este agente obtém ganhos (perdas) no mercado futuro que compensam a perda (ganho) no mercado a vista. Por outro lado, o agente pode fazer um *hedge* de venda ao ficar vendido em contratos (posição *short*). Se existe uma queda (aumento) nos preços, ganhos (perdas) são gerados nos mercados futuros, anulando as perdas (ganhos) no *spot*. Dessa forma, observa-se que o *hedge* nos mercados futuros é uma operação de trava de preços, em que se garante proteção contra as oscilações das cotações.

O segundo grupo de participantes destes mercados é o especulador. Esse participante pode ser um agente econômico, pessoa física ou jurídica, que está disposto a assumir os riscos das variações de preços, motivado pela possibilidade de ganhos financeiros. Assim, uma importante função dele é a de projetar preços para conseguir prever, com maior precisão possível, as oscilações futuras desses, e, dessa maneira, obter maiores lucros. Observa-se, então, que o especulador é indispensável no mercado futuro, pois ele acaba por assumir o

risco dos *hedgers*. O terceiro grupo de participantes desse mercado é o arbitrador, que obtém ganhos transacionando um bem em mercados diferentes devido à discrepância de preço desse bem nos diferentes locais. Essa discrepância é provocada por desequilíbrios de oferta e demanda desse ativo em um ou outro mercado. Tanto Bessada, Barbedo e Araújo (2005) como Schouchana e Miceli (2004) enfatizam que a presença do arbitrador é importante, pois acaba por alinhar novamente os preços por meio de suas operações realizadas no momento em que o preço do bem transacionado estava desalinhado.

2.1.1. Aspectos operacionais dos mercados futuros

Como mencionado anteriormente, os contratos futuros representam acordos de compra e venda de certo ativo a um preço predeterminado para liquidação em uma data futura. Duas características fundamentais envolvem tais contratos: a padronização das cláusulas contratuais e a presença de uma câmara de compensação.

A *clearing house* é responsável pelo registro, compensação e liquidação de todas as operações. Coloca-se entre o vendedor e o comprador, garantindo a total integridade nas negociações. Alguns mecanismos são utilizados para garantir o baixo risco de crédito nas operações a futuro, dentre eles estão: a) limite de risco intradiário do Membro de Compensação, que é um limite de posição das carteiras dos investidores atribuído pela *clearing* com base no patrimônio dos fundos garantidores dos Membros de Compensação e dos fundos de liquidação de operações; b) ajuste diário, que se relaciona aos mecanismos de funcionamento dos contratos futuros e que segue abaixo explicado; c) a margem de garantia, que é um depósito inicial dos clientes da bolsa para diminuir o risco de crédito das operações, utilizada em caso de falta de pagamento de ajuste diário; d) limites de posição, que impedem que uma pessoa física ou jurídica monopolize o mercado; e) limites de oscilação de preços.

Os ajustes diários e a margem de garantia são os principais elementos no sistema de risco da bolsa e, por isso, merecem uma atenção especial.

No mercado brasileiro, a margem de garantia tem a função de cobrir possíveis inadimplementos em relação aos ajustes diários. Caso não seja observada falta de pagamento, tal montante é devolvido ao cliente após a liquidação da posição. Vários ativos são aceitos como margem pelas bolsas, tais como dinheiro, ouro, títulos públicos e privados (Bessada, Barbedo e Araújo, 2005). O cálculo dessa margem exige grande percepção de mercado e quantificação de expectativas futuras de preços, pois ela acaba por representar a segurança do

sistema, não podendo ser tão alta a ponto de inibir os participantes ou muito baixa a ponto de colocar em risco tal segurança. Ainda devemos colocar que um aumento na volatilidade dos preços pode pedir uma margem adicional.

O mecanismo de ajuste diário permite que diariamente a posição do agente seja acertada. Assim, a mensuração dos ajustes diários que retrata o mecanismo de funcionamento desses contratos futuros segue a equação:

$$AD = (PA_t - PO) \times M \times n , \quad (1)$$

sendo que devemos determinar “AD” como sendo o ajuste diário, “PA” como preço de ajuste do dia, “PO” como preço da operação, “M” o multiplicador do contrato e “n” o número de contratos estabelecidos.

Para as posições que não as iniciais se substitui “PO” por “PA” em t-1. Se o resultado for positivo, significa que houve um aumento dos preços e, assim, os agentes vendedores devem pagar ajustes aos compradores. Caso contrário, com uma elevação das cotações, o resultado da equação será negativo, o que leva ao pagamento de ajustes do comprador ao vendedor.

De acordo com Schouchana e Miceli (2004), por meio do ajuste diário, o contrato futuro permite que qualquer uma das partes possa liquidar o contrato se isso for necessário ou conveniente. A percepção do comprador ou do vendedor de que os preços deverão oscilar faz com que esses vendam ou comprem o contrato de forma a cancelá-lo, pois a venda e a compra, para o mesmo vencimento, excluem os direitos e as obrigações do contrato. Ao comprar ou vender o contrato, os participantes estarão repassando suas posições para outros agentes, que tomam seus lugares. Assim, antes do vencimento, os contratos futuros só podem ser liquidados mediante essa operação inversa, que é conhecida também por liquidação financeira (correspondem a 99% das operações em bolsa). Como se observa, muitos contratos são liquidados antes do período de entrega, valendo ressaltar que nesse período muitos são liquidados financeiramente e alguns contratos são liquidados por entrega física do ativo objeto, procedimento que é regulado pela Bolsa. Esse último procedimento faz com que, no vencimento do contrato, os preços a futuro e disponível sejam convergentes.

2.1.2. Formação de preços

O preço de um contrato futuro, em um dia qualquer, resulta da interação entre compradores e vendedores e das informações que esses possuem. Neste contexto, a cotação no mercado futuro representa a média das opiniões dos participantes do mercado em relação

ao preço futuro (na data do vencimento do contrato) de uma *commodity*. O processo de formação deste preço, de forma geral, ocorre capitalizando o preço a vista do ativo a uma taxa de juro, incluindo um custo de carregamento (formado por todos aqueles custos necessários para manter ou levar uma mercadoria no decorrer do período do contrato).

Um dos primeiros conceitos relacionados à formação de preços é a base, que é a diferença entre o preço a vista do ativo que está sendo *hedgado* e seu correspondente preço no mercado de futuro. Como o preço a vista é inferior ao futuro, a base é negativa e conceituamos esse mercado como normal. Caso a base seja positiva, iremos chamá-lo de invertido. Quando o preço a vista do ativo possuir aumento maior que o preço futuro (ou quando o preço futuro apresentar queda maior que o preço a vista), beneficiando os agentes que estão vendidos em contratos futuros (*short*), diremos que estará ocorrendo um fortalecimento da base. O caso contrário é reconhecido por enfraquecimento da base.

O preço futuro e o preço à vista tendem a convergir no decorrer do tempo, embora não necessariamente na mesma magnitude, pois as expectativas podem afetar diferentemente cada um dos preços, o que explica os fenômenos de enfraquecimento e fortalecimento da base acima citados. Dessa maneira, a possibilidade de ocorrência desses fenômenos irá denotar o que é conhecido por risco de base.

A base vai, então, tender a zero na medida em que se esgota o vencimento do contrato, pois o preço futuro converge para o preço à vista, uma vez que na data do vencimento o contrato futuro deve ser liquidado, possuindo as mesmas características do produto no mercado à vista daquela data. Caso os preços não sejam iguais, deve ocorrer o processo de arbitragem, que é a compra de um produto em um local e venda em outro, que proporciona ganhos pela diferença de valores em diferentes locais, e esse movimento fará com que os preços futuro e à vista que diferem em um local convirjam.

2.1.3. Contratos futuros agropecuários da BM&FBOVESPA

As operações que envolvem ativos agrícolas incorrem na presença de grandes riscos. Os preços desses ativos podem ser alvo de grande volatilidade, uma vez que grandes ou pequenas safras podem gerar um desequilíbrio entre demanda e oferta no mercado e, desta maneira, ocasionar uma variação de seus preços. Um dos principais fatores de variação no preço desses ativos advém do lado da oferta de produtos, a qual pode ser afetada por alterações climáticas, pragas, além dos fatores de colheita e transporte dos produtos que estão relacionados

fortemente com a questão da perecibilidade desses ativos. No caso da pecuária devemos enfatizar a presença de alterações climáticas que afetem os pastos, a perecibilidade da carne ou até mesmo epidemias como a que ocorreu na Inglaterra, conhecida informalmente por “doença da vaca louca”.

Além disso, fatores como o tempo de maturação e crescimento das culturas podem ter relevante fator temporal, o que afasta cronologicamente o investimento de seu retorno e acentua ainda mais os riscos acima citados, devido à imprevisão de fatores climáticos a longos períodos, por exemplo. Assim, pode-se colocar que a compra e venda de ativos agrícolas se assemelha com as operações financeiras no que se refere a riscos e, dessa maneira, é possível se utilizar dos mesmos mecanismos de diminuição de riscos, ou seja, dos mecanismos de mercado futuro.

Neste contexto, a BM&FBOVESPA (Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros) disponibilizava para negociação contratos futuros de café arábica, milho, soja, algodão, açúcar, etanol e boi gordo até o ano de 2006. Contudo, depois disso somente foram disponibilizados contratos de café arábica, soja, açúcar, etanol e boi gordo (exceção para o de bezerro que foi disponibilizado até o ano de 2008). Em ambos cenários, os mercados com maiores volumes de negociação foram: boi gordo e café arábica.

Os contratos de boi gordo possuem vencimento em todos os meses do ano e cada contrato é composto de 330 arrobas. Verifica-se que o setor tem aumentado o volume de negócios a cada ano de acordo com relatórios da BM&FBOVESPA, o que indica o dinamismo e importância do setor (Gonçalves et al., 2007). Destaca-se que houve um aumento de cerca de 28 vezes no número de contratos negociados entre 2001 e 2008, como se observa na Tabela 1. Entretanto, houve uma queda expressiva de 2008 para 2009 no número de contratos negociados devido à recente Crise Financeira do *subprime*.

Já o futuro de café arábica, de acordo com especificações da BM&FBOVESPA, tem tamanho de 100 sacas de café, sendo que cada saca possui 60 kg. Os contratos de café arábica possuem vencimento para os meses de março, maio, julho, setembro e dezembro. Em relação ao volume negociado, observa-se que não houve a decorrência de contínuos incrementos em números absolutos de contratos, o que difere seu desempenho dos contratos de boi gordo. Porém, é perceptível um forte aumento entre 2001 e 2008, quando passou de 448,44 mil para 760,76 mil contratos negociados. Também devemos ressaltar uma queda acentuada no número de contratos negociados em 2009 para o café arábica devido a crise já citada. Já para o ano de 2010, se observou uma clara retomada no número de contratos negociados, como

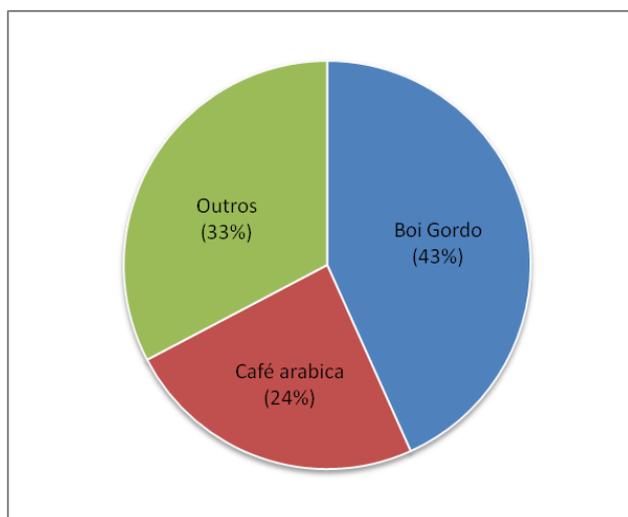
pode ser visto na tabela 1, de maneira a seguir a tendência de retomada do crescimento e superação da crise da economia mundial.

Tabela 1 - Número de contratos negociados ao final de cada ano.

	Boi gordo futuro	Café arábica futuro	Total
2001	58.201	448.444	632.158
2002	152.939	446.115	766.770
2003	113.473	478.544	777.675
2004	225.200	620.997	1.048.982
2005	311.459	485.902	1.061.810
2006	392.012	528.462	1.291.616
2007	934.422	724.319	2.221.890
2008	1.633.113	760.761	3.282.954
2009	834.304	596.435	2.026.586
2010	1.153.778	640.754	2.667.645

Fonte: Dados BM&FBOVESPA – Elaboração Própria.

Além disso, é interessante observar que os contratos que envolvem o mercado de café arábica e boi gordo compõem 67% das operações com contratos futuros da BM&FBOVESPA, o que reitera a importância dos mercados estudados no presente trabalho, como pode ser observado no gráfico 1 abaixo:



Fonte: Dados BM&FBOVESPA – Elaboração Própria.

Gráfico 1 - Participação das commodities no número total de contratos futuros agropecuários negociados em 2010.

2.1.4. Um Exemplo de *Hedge*

A seguir, apresenta-se um exemplo de *hedge* de compra no mercado futuro de café arábica, conforme Schouchana e Miceli (2004).

Uma torrefadora de café fecha contrato de suprimento com um atacadista de 10.000 sacas no mercado interno para entrega daqui três meses, à cotação de US\$70,00/saca. Tendo em vista o risco de alta no preço do café, o que comprometeria a margem de lucro na comercialização do produto, a torrefadora faz um seguro de preço no mercado futuro, no qual a cotação para o mesmo vencimento do fornecimento é de US\$67,50. O torrefador faz um *hedge* de compra de contratos futuros. Portanto, compra 100 contratos futuros (cada um com 100 sacas) a US\$67,50. Nesse momento, o torrefador fixou o custo de aquisição das 10 mil sacas, independentemente do preço do café na data de fornecimento.

A Tabela 2 apresenta o fluxo de ajustes diários nos primeiros dias da operação. Verifica-se que, em geral (exceto no primeiro dia), os preços tiveram aumento, o que levou a ganhos na posição futura. Cabe destacar que estes valores estão em dólares e são convertidos diariamente pela taxa de câmbio referencial BM&FBOVESPA.

Tabela 2 - Resolvendo exercício e realizando os ajustes diários.

Data	Preço de Ajuste	Ajuste diário (US\$)	Cálculo
D	67,00	-5000,00	$(-67,5+67)\times 100\times 100$
D+1	67,80	8000,00	$(-67+67,8)\times 100\times 100$
D+2	68,00	2000,00	$(-67,8+68)\times 100\times 100$
D+3	72,50	45000,00	$(-68+72,5)\times 100\times 100$

Considerando que a operação dura somente quatro dias, o somatório dos ajustes diários no período da contratação do *hedge* até o encerramento da posição foi de US\$50.000,00. O torrefador compra café no mercado à vista a US\$72,50. O valor da aquisição de 10 mil sacas é US\$725.000,00. O resultado final é de $US\$725000,00 - US\$50.000 = US\$675.000,00$ que dividido pelas 10 mil sacas nos darão US\$67,50/saca, que é o valor assegurado.

3. METODOLOGIA

3.1. Análise de Risco em Operações de *Hedge*: a Utilização do VaR

Os procedimentos metodológicos deste trabalho são baseados nas técnicas de *Value at Risk*. Mediante tal método estima a maior perda esperada de um ativo ou portfólio em um determinado horizonte de tempo e nível de confiança, α (JORION, 2003). Mais especificamente, ao se fixar um horizonte de tempo t e um nível de significância estatística de α , o “valor em risco” representa a perda máxima esperada em t para um nível de confiança α . Em outras palavras, é possível obter o pior resultado esperado (MÓL, 2002).

O surgimento desta ferramenta ocorreu no final da década de 1980, quando da criação do sistema denominado de *Riskmetrics* pelo banco JP Morgan. O desenvolvimento de tal método esteve associado à necessidade crescente de gerenciamento do risco de preço devido à internacionalização do mercado financeiro, a qual gerou um aumento da instabilidade das cotações de diversos ativos em diferentes praças de negociação. Tornou-se, assim, necessário que as empresas investissem em modelagens que avaliassem de forma eficiente os riscos presentes em sua carteira de ativos, de forma a minimizá-los, garantindo, com isso, o gerenciamento de sua exposição (JORION, 2003; COSTA & PIACENTI, 2008).

Vale observar que, a partir do desenvolvimento do VaR, a teoria do controle e gerenciamento de risco teve ampla evolução. Inúmeras técnicas, criadas de formas diferentes e com distintos graus de complexidade, surgiram. Apesar de tais modelagens se constituírem em instrumentos necessários, mas não suficientes para o controle do risco dado que não permitem reduzir por completo o risco de perdas, o VaR permite que se faça um ajustamento do desempenho ao risco, ou seja, uma avaliação de performance (MÓL, 2002).

O ponto de partida, quando se estuda modelos VaR, está em conhecer a distribuição de probabilidades dos retornos da variável de interesse (no caso pode ser um único ativo ou um portfólio). Isto feito, torna-se possível avaliar estatisticamente eventos de interesse, particularmente, situações de movimentos adversos de preços que acabem gerando perdas, ou retornos negativos, para uma determinada aplicação financeira.

3.1.1. As Metodologias do VaR

Alguns autores, como Jorion (2003), colocam que as abordagens sobre o VaR podem ser classificadas em dois grupos. Um primeiro grupo se basearia em uma avaliação local (*local valuation*), como o método do Delta-Normal. O outro grupo realizaria uma avaliação plena (*full valuation*), e tanto o método da simulação histórica, como o de Monte Carlo e os testes de stress seriam enquadrados nesse grupo. A seguir serão apresentados as abordagens do Delta Normal, Simulação Histórica e Simulação de Monte Carlo.

3.1.1.1. O Método do Delta Normal

Conforme a hipótese feita em relação à distribuição de probabilidades dos retornos do ativo de interesse, surgem diferentes métodos de cálculo do VaR, os quais são descritos a seguir.

O VaR delta normal é uma das técnicas mais simples de avaliação de risco. Supõe-se que os retornos dos ativos seguem uma distribuição de probabilidade normal, sendo, assim, possível caracterizar tal distribuição com apenas dois parâmetros: média e desvio padrão. (MOLLICA,1999; MÓL,2002). Por hipótese, estabelece-se que os retornos possuem distribuição normal com media μ e desvio padrão σ , sendo o VaR mensurado de acordo com a seguinte equação:

$$VaR = V_c \times \sigma \times P \quad (2)$$

em que, V_c é o valor crítico da distribuição normal e P é o valor de mercado do portfólio. O cálculo do VaR para um período de tempo específico (T) segue a equação (3):

$$VaR = V_c \times \sigma \times P\sqrt{T} \quad (3)$$

A técnica do delta-normal tem como vantagem a fácil implementação, o que torna mais ágil o processo de análise, afinal ele requer apenas os valores de mercado e as exposições da posição corrente, combinadas com dados sobre o risco (JORION, 2003). Entretanto, há um custo pela simplificação do método, que deixa de lado importantes características das séries financeiras, que podem levar a uma imprecisão do cálculo do risco de um determinado portfólio (MÓL, 2002), subestimando o valor do VaR.

Uma das críticas ao modelo que podem afetar os resultados nessa pesquisa se relaciona ao fato de o modelo não capturar adequadamente o risco de evento, que está atrelado à possibilidade de circunstâncias extremas ou incomuns, como *crashes* no mercado

acionário, como aconteceu em 2010 com a crise do *Subprime*, ou colapsos na taxa de câmbio (JORION, 2003). Isso acontece porque o risco de evento não ocorre com uma frequência necessária para ser representado por uma distribuição probabilística baseada em dados históricos recentes.

3.1.1.2. O Método de Simulação Histórica

Já a técnica de simulação histórica consiste em um procedimento não paramétrico, no qual se utiliza a distribuição empírica das rentabilidades passadas dos ativos. Ou seja, não é estimado nenhum parâmetro, admitindo por hipótese que o passado reproduz de forma eficaz o comportamento futuro do papel em questão ou do portfólio (GARCIA, 2007). Logo, alguns autores como Mól (2002) e Jorion (2003) a denotam por ser mais direta e intuitiva para o cálculo do VaR de uma carteira de ativos. A técnica consiste em aplicar os pesos atuais de cada ativo na carteira às respectivas séries históricas dos retornos destes ativos para obter uma série histórica dos retornos.

Assim, temos que para uma carteira com n ativos, sendo r_{it} o retorno do i -ésimo ativo no instante t e o w_i o peso atual deste ativo, a série histórica pela qual deseja se calcular o VaR se daria por:

$$Y_t = \sum_{i=1}^T w_i r_{it} \quad (4)$$

Em que, $t=1, \dots, T$ e T é o número de observações na série histórica dos retornos.

Em seguida, constrói-se a distribuição empírica destes retornos, da qual se obtém o VaR no nível de significância desejado, achando o percentil equivalente (MÓL, 2002).

As vantagens de se utilizar esse método são devidas também a sua maior simplicidade, pois uma vez que ele não trabalha com técnicas paramétricas. Além disso, o método incorpora não-linearidades e distribuições não-normais. A avaliação plena é obtida da forma mais simples, ou seja, a partir dos dados históricos e, como não depende de modelos de avaliação, não está sujeito a risco de modelo. O método é robusto e intuitivo, sendo, por isso, o mais utilizado para o cálculo do VaR (JORION, 2003). No entanto, o modelo é bastante sensível à inclusão de grandes *outliers* ou de longos períodos de pouca oscilação nos retornos, o que produz grandes diferenças nos resultados. Outro problema é a falta de adaptabilidade das estimativas, ou seja, o modelo tem incapacidade de perceber rapidamente mudanças

estruturais no ambiente financeiro. Isso acontece porque o método aplica pesos idênticos a todas as observações da série histórica, não privilegiando as mais recentes em detrimento das mais antigas, e os agentes econômicos atuantes no mercado financeiro tendem a ser muito mais influenciados pelo ambiente atual (MÓL, 2002).

3.1.1.3. O Método de Simulação de Monte Carlo

Por último, existe o método de Simulação de Monte Carlo que consiste em gerar múltiplos cenários aleatórios para os preços/níveis das variáveis relevantes no momento futuro (N dias à frente, de acordo com o horizonte de tempo embutido no cálculo do VaR), reprecificar a carteira de opções ou ações em cada um dos cenários gerados e determinar a distribuição de probabilidade do resultado da carteira ou ativo isolado N dias à frente a partir da qual se calcula o VaR (MÓL, 2002). Assim, é possível se estabelecer uma estrutura de correlação entre os fatores de risco a partir dos cenários para esses fatores de risco que devem ser condizentes com a matriz de variância-covariância histórica (OLIVEIRA & CARMONA, 2008).

Esse método tem como vantagem o fato de ser o mais eficiente para o cálculo do VaR, pois captura em grande quantidade riscos, inclusive os não-lineares, os de volatilidade e, até mesmo, do modelo e não assume tantas premissas quanto os outros modelos (SALIBY E ARAÚJO, 2001). Além disso, a técnica incorpora efeitos temporais que geram mudanças estruturais na carteira, como por exemplo, depreciação ao longo do tempo (JORION, 2003). Contudo, o modelo tem um custo computacional grande, sendo o mais caro de se desenvolver, além disso, ele possui outra fragilidade relacionada ao risco de modelo, em que as estimativas do VaR nessa técnica estão sujeitas a variação amostral devido ao número limitado de replicações.

No presente trabalho, serão realizadas para a metodologia de Simulação de Monte Carlo análises com 50, 100 ou 250 repetições das possíveis previsões para os valores dos ajustes dos contratos.

3.1.1.3.1. O Monte Carlo Estruturado e Brownian Motion

Em simulações com uma variável aleatória sugere-se a simulação repetida de um processo estocástico para a variável financeira de interesse para que se cubra uma grande

quantidade de situações possíveis. Tais simulações podem recriar a distribuição do valor da carteira. (JORION, 2003). Para apenas uma variável aleatória, é necessário escolher um modelo estocástico para o comportamento dos preços da carteira estudada. No presente trabalho, irá se adotar o modelo conhecido como *Brownian Motion* ou movimento browniano geométrico, pois esse é o mais comumente utilizado e serve de base para a grande parte da teoria de precificação de opções.

O modelo descrito tem como pressupostos a não autocorrelação das inovações no preço do ativo e que pequenas oscilações nos preços podem ser descritas por:

$$dS_t = \mu_t S_t dt + \sigma_t S_t dz \quad (5)$$

na qual $dz \sim N(0, dt)$.

Essa variável condiciona os choques aleatórios sobre o preço e não depende de informações passadas. A variável será reconhecida como “browniana” uma vez que sua variância diminui continuamente com o intervalo de tempo, $V(dz)=dt$, excluindo saltos repentinos, e o processo será geométrico uma vez que todos os parâmetros são multiplicados pelo preço atual S_t .

Os parâmetros μ_t e σ_t representam o desvio e a volatilidade instantânea em t e podem evoluir com o tempo, mas considerar-se-ão constantes para simplificação. Se ambos fossem de variáveis passadas, dever-se-ia simular um modelo cuja variância se modificasse ao longo do tempo, como em um processo GARCH.

Jorion (2003) completa que na prática o processo com um incremento infinitesimalmente pequeno de dt é aproximado por meio de incrementos discretos de tamanho da variação em t (sendo t a data atual e T a data de interesse, de maneira que teremos o horizonte pela diferença entre os dois). Para se gerar uma série de variáveis aleatória S_{t+1} ao longo do intervalo t , primeiramente divide-se t em n incrementos.

Integrando-se dS/S para um intervalo finito, tem-se, aproximadamente:

$$\Delta S_t = S_{t-1} (\mu \Delta t + \sigma \theta \sqrt{\Delta t}) \quad (6)$$

Onde θ é agora uma variável aleatória normal padronizada, com média zero e variância um, podendo-se verificar que o processo gera uma média $E[\Delta S/S] = \mu \Delta t$, que cresce com o tempo assim como a variância $V[\Delta S/S] = \sigma^2 t$.

Vale ressaltar que o Monte Carlo Estruturado é propenso ao risco de modelo, ou seja, se o processo estocástico escolhido para o preço não for realístico, a estimativa do VaR também não o será (JORION, 2003).

3.1.1.3.2. Sobre a Geração Aleatória

Segundo Mól (2002), existem três geradores de números aleatórios: os pseudo-aleatórios, os quasi-aleatórios e os aleatórios. Os números gerados pelo último tipo gerador são de difícil obtenção e confiabilidade, o que restringe o consequente uso deste. Já os quase-aleatórios apresentam dificuldade de implementação quando se aumenta a dimensão, apesar de convergirem mais rapidamente para problemas de dimensão não muito grande. Logo, os geradores mais utilizados são os pseudo-aleatórios.

O primeiro componente essencial de um gerador de números aleatórios é uma distribuição uniforme sobre o intervalo $[0,1]$, que produz uma variável aleatória x . Esses números são considerados pseudo-aleatórios, já que são gerados a partir de uma regra determinista. O estimador para gerações pseudo-aleatória deve convergir a taxa de $1/\sqrt{N}$, sendo N o número de observações. A grande vantagem desse gerador é que o erro independe da dimensão, entretanto, a velocidade de convergência é baixa (para diminuir o erro pela metade, deve-se quadruplicar o número de simulações, por exemplo). Já para os geradores quasi-aleatórios, esses convergem a uma taxa de $\log N^d / N$, sendo “ d ” a dimensão e N o número de observações novamente. Assim, quando a dimensão d é baixa, esta seqüência apresenta resultados muito superiores aos números pseudo-aleatórios, com estimadores convergindo para $1/N$. Contudo, quando a dimensão cresce, podem ocorrer problemas de irregularidade da distribuição de duas seqüências adjacentes de alta dimensão (MÓL, 2002).

Após tal procedimento, o passo seguinte consiste em transformar o número aleatório com distribuição uniforme sobre o intervalo $[0,1]$ na distribuição desejada por meio da inversa da função de distribuição de probabilidade cumulativa. Considera-se a distribuição normal para os números aleatórios. Por definição de distribuição de probabilidade cumulativa $X(y)$ está sempre entre 0 e 1. Assim, para a geração aleatória normalmente distribuída, calcula-se y tal que $x = N(y)$ ou $y = N^{-1}$. Em termos gerais, pode ser gerada qualquer função de distribuição cuja função $N(y)$ possa ser invertida (JORION, 2003).

3.1.2. Comparação Conclusiva Metodológica

No presente trabalho, serão utilizados os métodos delta normal (com nível de confiança de 95%), simulação histórica e simulação de Monte Carlo para cálculo da máxima perda semanal de ajustes diários referente à posição vendida em um contrato nos mercados futuros de café arábica e de boi gordo da BM&FBOVESPA¹.

No primeiro método, a volatilidade dos retornos associados aos preços futuros será calculada pelo desvio padrão dos retornos: a) com pesos uniformes para as observações em diferentes janelas fixas de tempo (21, 126 e 252 dias úteis) – equação (7); b) com pesos exponenciais mediante o uso do EWMA (*Exponentially Weighted Moving Average*) – equação (8).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{P}_i - \bar{P})}{n-1}} \quad (7)$$

$$h_t = h_{t-1} + (1 + \lambda)r^2_{t-1} \quad (8)$$

Sobre a equação (8), a previsão no momento t é a média ponderada da previsão anterior, usando-se peso λ , que é o fator de decaimento, e a do quadrado da quadrado da última inovação, utilizando-se o peso $(1-\lambda)$. Vale ressaltar que o histórico vai ser resumido em um número, no caso h_{t-1} .

O EWMA procura atribuir um peso maior às ocorrências mais recentes, assim os dados formam um conjunto ponderado em que o peso observações decai exponencialmente a partir do período mais recente. Contudo, como é colocado por alguns autores como Todorova (2009) e Mollica (1999), este método tem a desvantagem de utilizar um fator de decaimento escolhido arbitrariamente. O fator de decaimento sugerido de forma *ad hoc* pelo *RiskMetrics* é de 0,94 para as séries dos retornos diários e de 0,97 para os mensais (JORION, 2003). Nessa pesquisa, será usado o fator de decaimento de 0,94, uma vez que se utilizam retornos diários.

A Tabela 3 sumariza os pontos positivos e pontos negativos de cada método, conforme Jorion (2003).

¹ Os contratos futuros de café arábica e de boi gordo da BM&FBOVESPA possuem tamanho de 100 sacas e 330 arrobas, respectivamente.

Tabela 3 - Comparação das dificuldades e facilidades das Abordagens do VaR.

	Delta Normal	Simulação Histórica	Simulação de Monte Carlo
Posição			
Avaliação			
Ativos Não Lineares	Não	Sim	Sim
Mercado			
Distribuição não normal	Não	Sim	Sim
Implementação			
Risco de modelo	Baixo	Baixo	Alto
Facilidade de computação	Fácil	Fácil	Difícil
Principais armadilhas	Não-Lineares e situações extremas	Variação do risco ao longo do tempo e situações extremas	Risco de modelo

Fonte: Dados em Jorion, 2003.

3.2. A Utilização dos *Backtestings*

Para determinar os modelos mais apropriados para cada um dos mercados, as estimativas do VaR foram avaliadas segundo o teste de Kupiec (1995) e Oliveira (2006). Nesse sentido, considera-se o modelo VaR útil quando este estima de uma forma consistente e apropriada o valor em risco, o que pode ser validado mediante de um teste de performance, designado por *backtesting*. Trata-se, então, de uma técnica estatística de validação, que consiste na comparação entre a perda potencial indicada pelo VaR e as perdas efetivamente verificadas. Segundo Todorova (2009), a metodologia do *Backtesting* se dá pela contagem do número de vezes em que as perdas efetivamente ocorridas ultrapassam as estimativas produzidas pelo VaR, sendo que o resultado desta contagem para um determinado período deve ser de acordo com o nível de confiança estabelecido para o modelo.

3.2.1. O Backtesting de Kupiec

O teste de Kupiec (1995) conta o número de exceções que superam o VaR estimado a partir de uma determinada amostra. Dessa forma, tem-se que a hipótese nula para este teste é de que a verdadeira taxa de exceções α é consistente com a quantia de falhas prevista pelo modelo do VaR:

$$H_0 : E[I_t] \equiv \pi = \alpha \quad (9)$$

Assim, a estatística do teste de máxima verossimilhança (*likelihood ratio*) para esta hipótese é:

$$LR_{uc} = -2 \ln \left(\frac{\alpha^{T_1} (1-\alpha)^{T_0}}{\hat{\pi}^{T_1} (1-\hat{\pi})^{T_0}} \right)^{asy} \sim \chi^2 \quad (10)$$

Em que: T_1 é o número de exceções para um número total de dias T ; T_0 o número de não exceções; T_1/T_0 é a taxa de falhas (exceções) registrada; e *asy* denota a igualdade assintótica de distribuições, sob a hipótese nula.

Assim, temos como valor crítico assintótico para um determinado nível de confiança, que no caso da presente pesquisa será 95%. Para valores superiores a esse valor crítico, a hipótese nula é rejeitada e o modelo do VaR pode ser considerado como não adequado. Nesse caso, pode se observar uma taxa de falhas superior a α , o que leva a consideração de que o modelo é inadequado por subestimar o VaR, ou pode se observar um número de falhas registrado mais baixo do que o esperado, de maneira que o modelo é considerado inadequado por ser excessivamente conservador (OLIVEIRA, CARMONA, JÚNIOR, 2006).

3.2.2. O Backtesting de Oliveira

Além do teste de Kupiec, o presente estudo também utiliza o método de Oliveira. Este é uma extensão do teste de Lopez (1996), o qual avalia os modelos de risco baseado em uma função de perda, que incorpora os critérios julgados importantes pelos órgãos de regulamentação. O melhor modelo seria aquele que minimizasse essa função, sem fornecer qualquer indicação de estatística formal para adequação do modelo. O teste de Oliveira considera:

$$C_m = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T C_{m,t} \quad (11)$$

na qual:

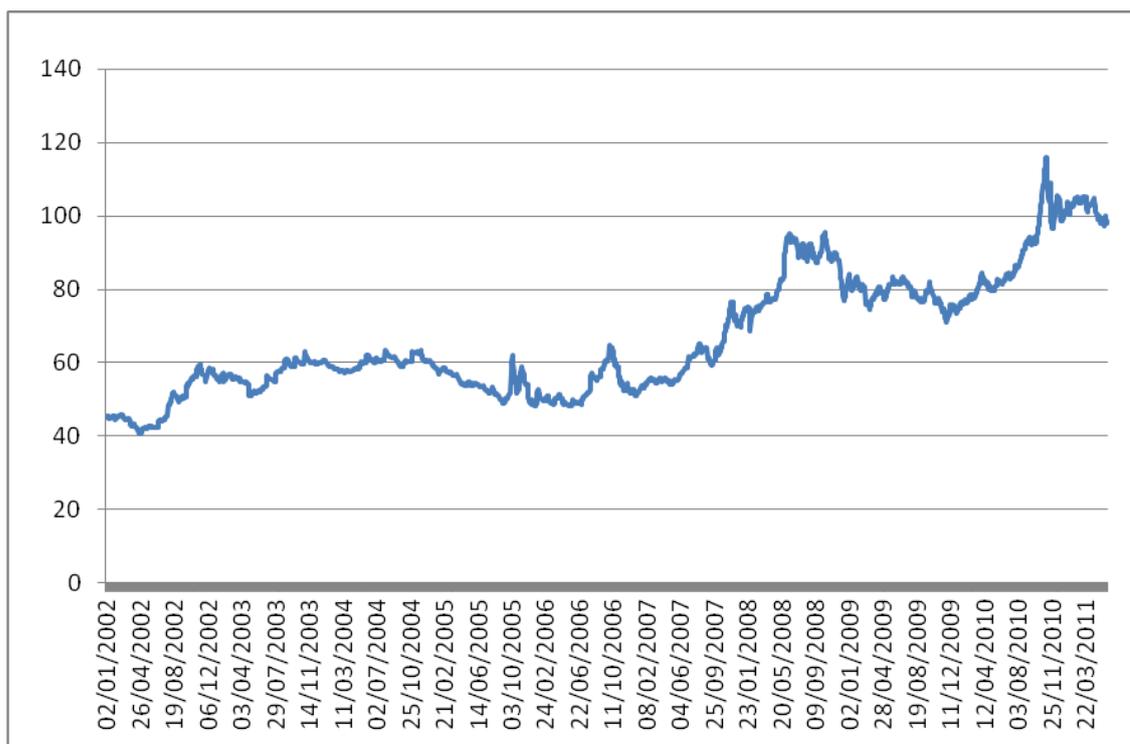
$$C_m = \begin{cases} (P_t - VaR_{m,t})^2, & \text{se } U_t < VaR_{m,t} \\ 0, & \text{se } U_t \geq VaR_{m,t} \end{cases} \quad (12)$$

sendo $VaR_{m,t}$ o VaR estimado pelo modelo m para o período t e P_t a variação monetária no valor de mercado da carteira efetivamente observada em t (OLIVEIRA, CARMONA, JÚNIOR, 2006).

3.3. Dados da Pesquisa

3.3.1. Análise Gráfica dos Ajustes Diários

Os dados do presente trabalho foram coletados da BM&FBOVESPA e fornecem o valor dos ajustes diários para o mercado de Boi Gordo e Café Arábica de um período que abrange o início de 2002 até a metade do ano de 2011. Os gráficos 2 e 3 apresentam a evolução dos preços desses dois ativos. Vale observar que o preço futuro do café arábica tem como unidade de cotação US\$/Saca de 60 Kg, enquanto o de boi gordo tem como unidade de cotação R\$/Arroba.



Fonte: BM&FBOVESPA – Elaboração Própria.

Gráfico 2 – Valor do Ajuste Diário para Boi Gordo entre 2002-2011.



Fonte: BM&FBOVESPA – Elaboração Própria.

Gráfico 3 – Valor do Ajuste Diário para Café Arábica entre 2002-2011.

Os Gráficos 1 e 2 acima permitem concluir, que para ambos os mercados futuros das *commodities* pesquisadas no presente trabalho, os valores dos ajustes diários obtiveram uma trajetória ascendente no decorrer do período estudado. É possível perceber ainda uma aceleração nos valores de tais ajustes mais visível para o período que vai de 2009 à 2011, principalmente para o mercado de Café Arábica e de nos períodos de 2008 e 2011 para o mercado de Boi Gordo.

Em relação a esse período que abrange 2009 a 2011 especificamente, alguns veículos de imprensa, como o Valor Econômico, realizaram pesquisas comparativas entre diferentes formas de investimento. Como resultado, observou-se que o investidor que fizesse uma aplicação no primeiro dia útil de 2010 em uma das quatro principais *commodities* agropecuárias (boi gordo, café, soja e milho) negociadas na BM&FBovespa teria um ganho nominal superior ao de alguns dos principais papéis e ativos da bolsa, como o Ibovespa (alta de 0,53%), Renda Fixa (11,5%), CDI (9,75%) ou CDB (9,75%) no final deste mesmo ano (INACIO, 2010).

A valorização das *commodities* agropecuárias está relacionada a diferentes fatores como fatores climáticos, o aquecimento do mercado interno brasileiro e o crescimento da demanda internacional por alimentos, também como reflexo do crescimento da China e do efeito desse crescimento em forma de demanda por produtos no mundo. Tais fatores criaram

um cenário bastante favorável para a forte valorização dos preços domésticos ao longo do ano. Além disso, somou-se a esses fatores a desvalorização do dólar no âmbito internacional, o que deixou as commodities agrícolas mais atraentes para os fundos e criam um cenário de maior volatilidade.

Segundo o IEA (Instituto de Economia Agrícola), no caso do café em específico, os preços se elevaram também devido aos menores estoques. Isso porque, os problemas de oferta na Colômbia e nos países da América Central fizeram com que a demanda por café de qualidade migrasse para o Brasil. Os importadores identificaram no maior produtor e exportador do mundo uma garantia de abastecimento e qualidade. Dessa maneira, abriu-se espaço para vendas de café brasileiro de qualidade superior, o que permitiu a elevação dos preços médios no mercado interno de arábica. Em relação às expectativas futuras sobre o mercado, a OIC (Organização Internacional do Café) prevê que a situação do mercado continue apertada em 2011 devido aos problemas climáticos em outros países exportadores (PEREZ, BINI ET AL, 2011).

Ainda em relação ao mercado de café, a ABIC (Associação Brasileira da Indústria do Café - 2010) estima que o Brasil deve atingir a marca de 21 milhões de sacas, proposta em 2004, em 2012, isso porque essa produção segue impulsionada pelas previsões de 2011 e pelas boas expectativas em relação ao PIB, que deve crescer com o consumo das classes C, D e E. Somando-se isso a previsão de que as classes A e B poderão crescer 50% até 2015, é natural que o consumo do café siga crescendo, já que o mercado interno segue aquecido.

Em relação ao mercado de Boi Gordo, o valor econômico relevou que essa foi a segunda commodity agrícola mais rentável em 2010 no mercado interno, superando a barreira histórica de R\$ 100,00 por arroba (INACIO, 2010). Alguns pesquisadores colocam que o desempenho da *commodity* foi, entretanto, afetado com a queda registrada em dezembro do ano citado devido a uma substituição do boi gordo por outros tipos de carnes. Vale ressaltar que o desempenho no período que abrange os anos de 2008 e 2009 é fortemente explicado pela redução da oferta de animais para abate. Os preços do boi gordo em 2009, segundo o IEA, apenas não mantiveram a mesma taxa elevada de crescimento devido a um redirecionamento do produto no mercado externo para o mercado interno (PINATTI & BINI, 2009).

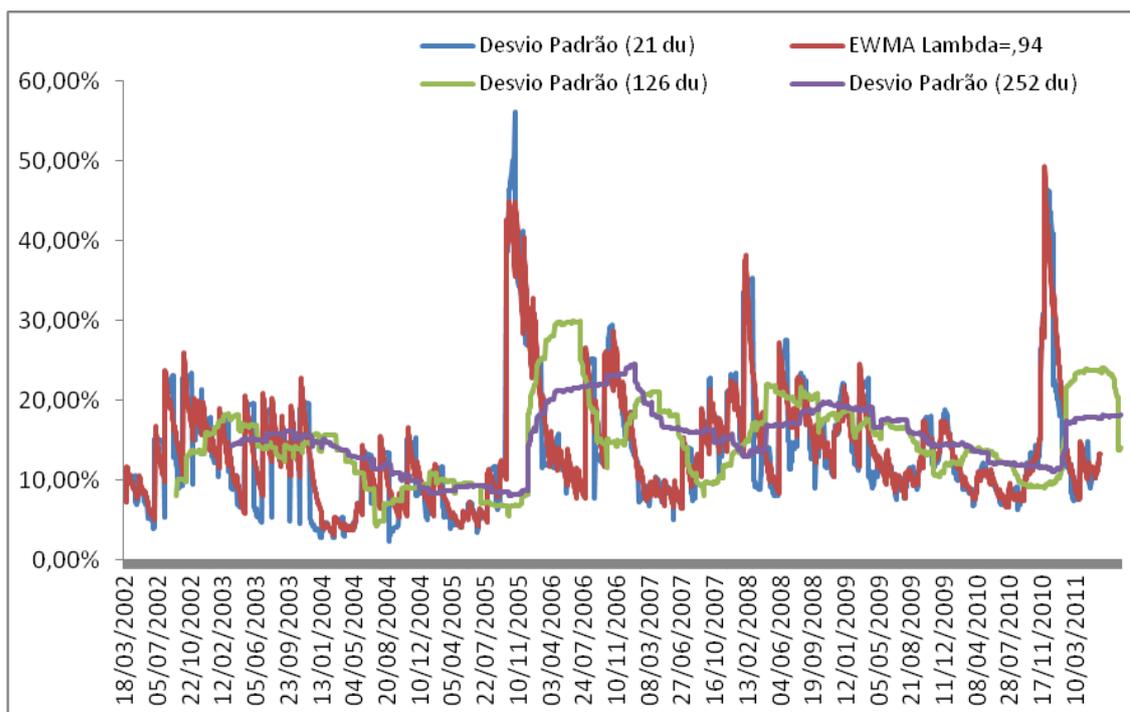
4. RESULTADOS DA PESQUISA

4.1. Considerações Preliminares

No presente trabalho buscar-se-á analisar os resultados para o VaR a partir das três metodologias, sendo elas o método Delta-Normal, Simulação Histórica e Simulação de Monte Carlo conforme acima citado. Para a realização do experimento, utilizar-se-á o mesmo software (Microsoft Office Excel 2007) para ambas as metodologias. Como foi descrito no capítulo 3 acima, serão realizadas para a metodologia de Simulação de Monte Carlo análises com 50, 100 ou 250 repetições das possíveis previsões para os valores dos ajustes dos contratos no cálculo do VaR. Além disso, serão analisadas, no presente trabalho, ambas as posições vendida e comprada para ambos os mercados no sentido de se observar qual método é mais eficiente em cada situação.

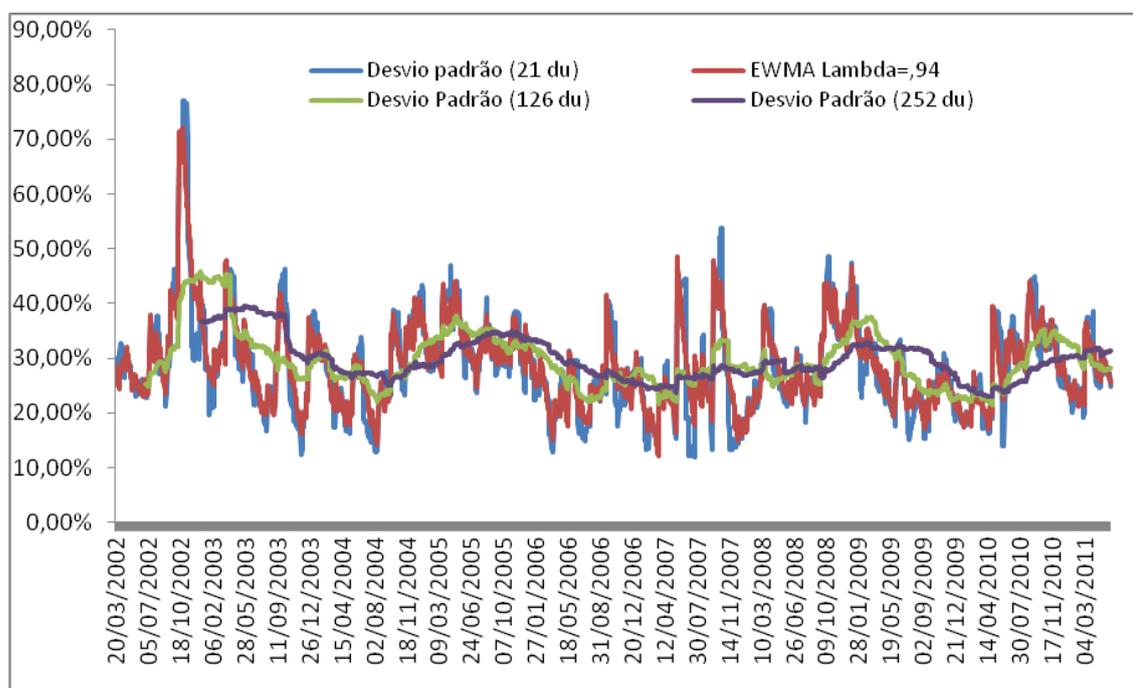
4.1.1. Análise Gráfica da Volatilidade dos Ajustes Diários

Os Gráficos 4 e 5 mostram a evolução da volatilidade dos retornos dos preços futuros do boi gordo e do café arábica, a partir do desvio padrão (janela de 21, 126 e 252 dias úteis) e do EWMA.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Gráfico 4 – Volatilidade para preços futuros do Boi Gordo de 2002 – 2011.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Gráfico 5 – Volatilidade para preços futuros de Café arábica de 2002 – 2009.

Para entender o pico de volatilidade no Gráfico 3, observou-se que, no período de 2005, o mercado de boi gordo sofreu com incertezas relacionadas à saída do mercado de importantes frigoríficos, à seca que ocorreu no início do ano, que afetou a produção pecuária

de parte do Centro Oeste, do Sudeste e de toda a região Sul, e ao expressivo descarte de fêmeas para o abate. Diante desse quadro, produtores foram obrigados a antecipar suas vendas e a descartar matrizes e novilhas, o que gerou uma oferta que não foi absorvida pelas exportações e nem por um fraco mercado de consumo interno, o que resultou na ocorrência de fortes quedas de preços aos produtores (MARTIN, 2005).

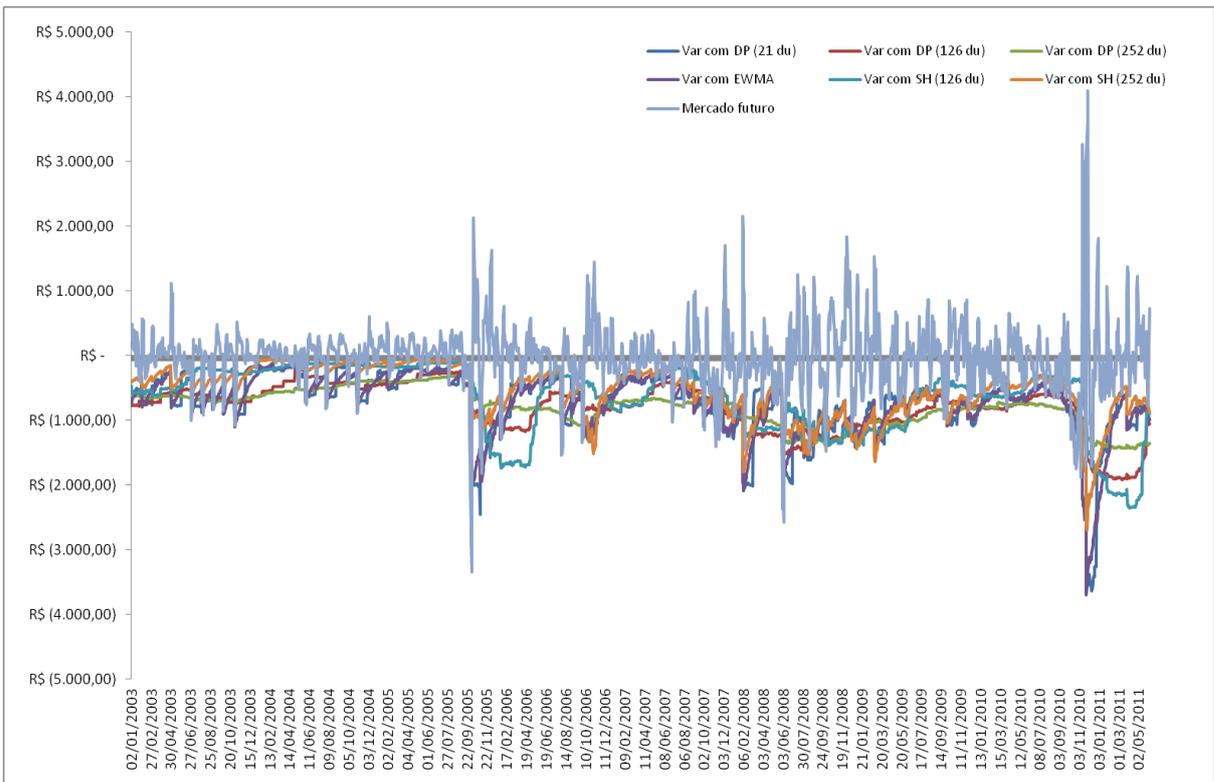
No último trimestre de 2010 e primeiro trimestre de 2011, o gráfico 3 permite observar que houve uma grande volatilidade no valor dos ajustes diários de Boi Gordo. Tal volatilidade pode ser explicada pela pequena oferta de carne, que ocasionou um repasse nos preços ao consumidor, já que 80% dos custos operacionais dos frigoríficos se devem a matéria prima. Assim, o aumento sazonal nas vendas no final do ano foi afetado negativamente frente aos preços elevados do final do trimestre de 2010. Em 2011, observou-se uma retomada na oferta de gado, o que forçou um movimento de equilíbrio nos preços (RELATÓRIO SCOT CONSULTORIA, 2011).

Em relação ao Gráfico 4, o pico de volatilidade em 2002 parece estar ligado à crise cafeeira de 2002, que se deveu a uma ameaça no crescimento da participação dos países exportadores na produção mundial. Essa crise gerou más expectativas para os produtores e exportadores do café no mercado internacional e impactou de forma negativa nos preços recebidos pelos produtores, pois causou um desequilíbrio entre a oferta e a demanda do café. Acerca do excesso de oferta, pode-se apontar o excesso de produção no período e o plantio de novas lavouras no Brasil. Além disso, as más expectativas geraram incertezas dos produtores em relação a sua receita de exportação, de maneira que desequilibra a renda do produtor e afeta seus investimentos na produção cafeeira (AMIN, MONTE ET AL, 2008).

4.2. Mercado de Boi Gordo

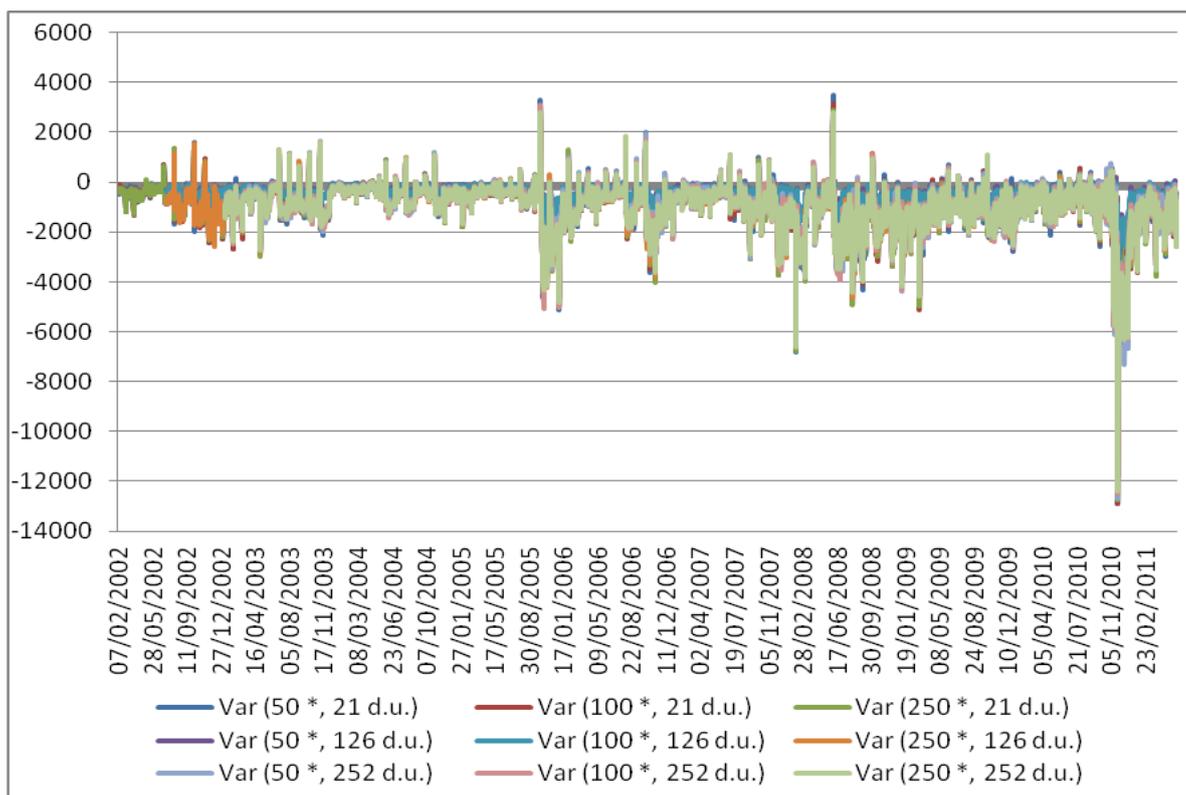
4.2.1. Posição Vendida

O gráfico 6 abaixo analisa a evolução dos ajustes diários (acumulado semanal) de uma posição vendida no mercado de Boi Gordo e os valores do VaR a partir das metodologias Delta-Normal e Simulação Histórica sob diferentes métodos de cálculo, enquanto o gráfico 7 agrega os resultados do VaR obtidos com o emprego da metodologia Simulação de Monte Carlo, também sob diferentes métodos de cálculo.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Gráfico 6 – Resultados do Var para Boi Gordo 2002 – 2011 (Delta Normal e Simulação Histórica).



“*” significa previsões.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Gráfico 7 – Resultados do Var para Boi Gordo 2002 – 2011 (Simulação de Monte Carlo).

Como se pode observar, os preços instáveis da crise de 2008 e da atual subida nos preços das commodities agrícolas elevaram os valores estimados das possíveis perdas. Tal efeito poderá também ser observado na tabela 4, que traz o cálculo dos valores médios dos VaR para cada ano do estudo.

Tabela 4 – Cálculo do VaR Médio Anual – Boi Gordo com Posição Vendida entre 2002 e 2011.

	Var - Média Anual para Boi Gordo Vendido						Merc. Futuro (a cada 5 d.u.)		
	Var com DP (21 d.u.)	Var com DP (126 d.u.)	Var com DP (252 d.u.)	Var com EWMA	Var com SH (126 d.u.)	Var com SH (252 d.u.)			
2003	(582,91)	(656,61)	(660,83)	(598,62)	(382,01)	(365,68)	(11,68)		
2004	(351,26)	(428,84)	(507,09)	(359,89)	(154,42)	(137,18)	(1,70)		
2005	(558,96)	(448,83)	(429,76)	(546,89)	(260,32)	(271,12)	36,79		
2006	(732,24)	(861,98)	(884,04)	(752,31)	(893,28)	(613,04)	7,28		
2007	(587,51)	(645,64)	(716,94)	(587,84)	(496,49)	(449,89)	(99,98)		
2008	(1.111,37)	(1.227,36)	(1.162,28)	(1.137,27)	(1.137,89)	(1.003,84)	(57,73)		
2009	(828,34)	(874,87)	(968,38)	(830,11)	(802,99)	(853,12)	36,94		
2010	(972,12)	(845,87)	(857,56)	(953,20)	(601,82)	(672,23)	(128,95)		
2011	(987,05)	(1.780,43)	(1.399,82)	(1.097,64)	(1.986,28)	(844,81)	10,31		
Simulação de Monte Carlo:									
	Var (50 *, 21 d.u.)	Var (100 *, 21 d.u.)	Var (250 *, 21 d.u.)	Var (50 *, 126 d.u.)	Var (100 *, 126 d.u.)	Var (250 *, 126 d.u.)	Var (50 *, 252 d.u.)	Var (100 *, 252 d.u.)	Var (250 *, 252 d.u.)
2003	(782,38)	(806,71)	(816,25)	(779,02)	(801,18)	(814,43)	(796,04)	(804,29)	(815,84)
2004	(464,20)	(475,64)	(488,44)	(458,83)	(476,13)	(484,66)	(470,18)	(481,72)	(484,24)
2005	(736,67)	(758,43)	(779,60)	(744,68)	(766,80)	(775,14)	(746,63)	(765,63)	(775,83)
2006	(982,52)	(1.009,64)	(1.035,44)	(1.007,94)	(1.030,49)	(1.042,93)	(993,91)	(1.020,21)	(1.032,29)
2007	(714,02)	(748,35)	(757,12)	(703,28)	(734,02)	(750,84)	(725,08)	(742,96)	(758,49)
2008	(1.451,15)	(1.493,40)	(1.514,93)	(1.447,79)	(1.505,54)	(1.523,46)	(1.468,44)	(1.495,84)	(1.532,69)
2009	(1.117,38)	(1.151,15)	(1.190,83)	(1.137,38)	(1.166,14)	(1.179,61)	(1.114,93)	(1.146,63)	(1.169,28)
2010	(1.226,93)	(1.250,68)	(1.268,97)	(1.219,17)	(1.245,46)	(1.270,40)	(1.212,14)	(1.236,28)	(1.264,72)
2011	(1.383,60)	(1.408,55)	(1.422,24)	(1.384,04)	(1.391,95)	(1.412,81)	(1.353,27)	(1.396,15)	(1.412,96)

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Em relação aos resultados observados a adequação dos modelos ao posicionamento demandando (vendido, no caso), a tabela 6 mostra que o teste de Kupiec não rejeitou apenas os modelos de Delta-Normal com média móvel de 252 dias e Delta-Normal com média calculada pelo EWMA, pois seus valores LR do teste ficaram abaixo do valor crítico para 95% de confiança, que é 3,841. No mercado futuro de boi gordo, considerando os modelos indicados pelos testes de Kupiec, o VaR médio no período foi de R\$808,00 e R\$741,30, respectivamente. Assim, para cada contrato negociado, o produtor deveria dispor desta quantia semanalmente para fazer frente aos ajustes diários.

A análise do teste de Oliveira deve buscar confrontar o valor obtido em C_m , pelo teste de oliveira, com a porcentagem de violações, de maneira que não se utilize apenas o modelo que possui o menor percentual de violações, e sim o modelo que possui menor violação e com valores mais baixos para o parâmetro C_m calculado na realização desse teste. O teste de Oliveira revelou que as metodologias mais indicadas seriam o modelo Delta-Normal para 21 dias e o modelo Delta Normal para o EWMA. O percentual de suas violações foi 6,64% e 4,89%, respectivamente. Em relação aos modelos de Simulação de Monte Carlo, pode-se dizer que eles apresentaram elevados percentuais de violação segundo teste de Oliveira, contudo, é possível perceber que esse percentual decresce lentamente com o aumento no número de repetições e com médias móveis de 252 dias úteis (que captaram mais adequadamente as tendências nos movimentos dos ajustes).

Observa-se que em tal teste não se adotou o modelo Delta-Normal com janela de 252 dias úteis, que apresenta um percentual de violações menor que o modelo com janela para 21 dias úteis, já que o primeiro apresenta um valor elevado para o parâmetro C_m calculado pelo teste.

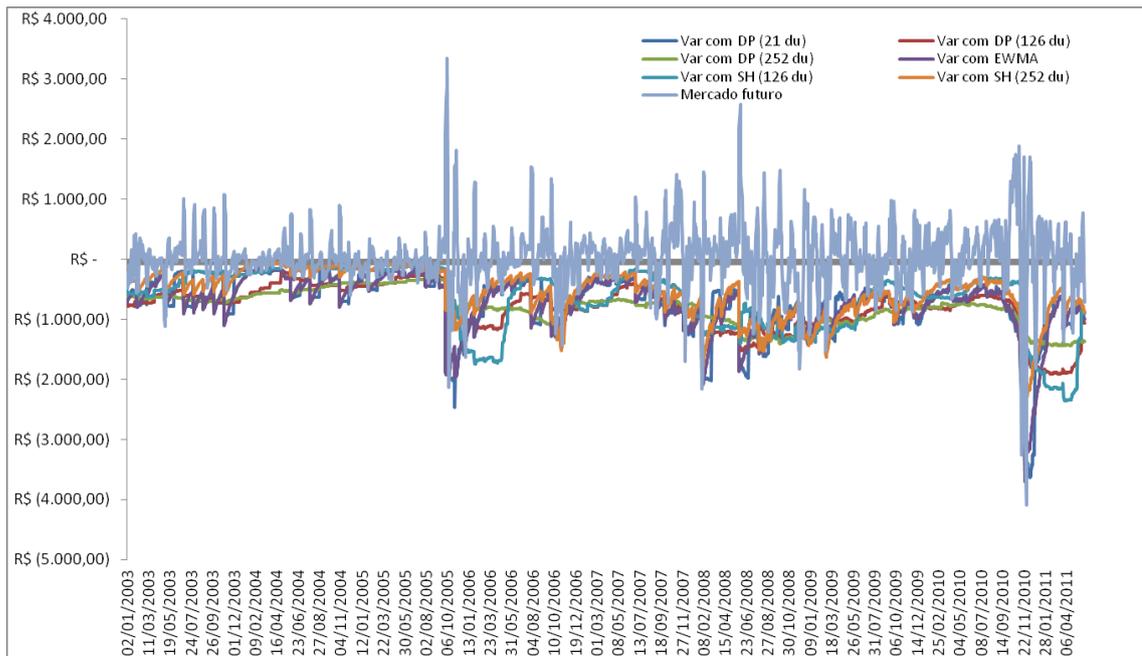
Tabela 5 - Testes de Kupiec e Oliveira para Boi Gordo com Posição Vendida entre 2002 e 2011.

Mercado de Boi Gordo - Posicionamento: Vendido					
	VaR Médio(US\$)	LR	Teste de Kupiec	Violações	C _m Teste de Oliveira
Var com DP (21 du)	(730,6)	10,61	Rejeitado	6,64%	6.519,13
Var com DP (126 du)	(803,5)	6,79	Rejeitado	6,30%	18.038,76
Var com DP (252 du)	(808,0)	0,46	Não Rejeitado	5,33%	18.224,59
Var com EWMA	(741,3)	0,05	Não Rejeitado	4,89%	4.730,60
Var com SH (126 du)	(664,1)	112,69	Rejeitado	12,21%	40.273,64
Var com SH (252 du)	(563,1)	82,58	Rejeitado	12,40%	21.053,72
Var com SMC (50 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(928,8)	67,64	Rejeitado	10,70%	99.463,24
Média Móvel 126 du	(957,2)	87,39	Rejeitado	10,22%	101.749,61
Média Móvel 252 du	(964,6)	70,58	Rejeitado	9,52%	98.211,15
Var com SMC (100 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(954,8)	49,58	Rejeitado	10,09%	94.196,65
Média Móvel 126 du	(984,7)	67,21	Rejeitado	9,74%	97.125,42
Média Móvel 252 du	(986,6)	56,76	Rejeitado	8,86%	95.162,78
Var com SMC (250 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(973,2)	42,85	Rejeitado	9,61%	89.920,03
Média Móvel 126 du	(1.000,3)	48,72	Rejeitado	9,00%	91.631,14
Média Móvel 252 du	(1.004,1)	47,04	Rejeitado	8,78%	92.421,54

Fonte: Resultados da pesquisa.

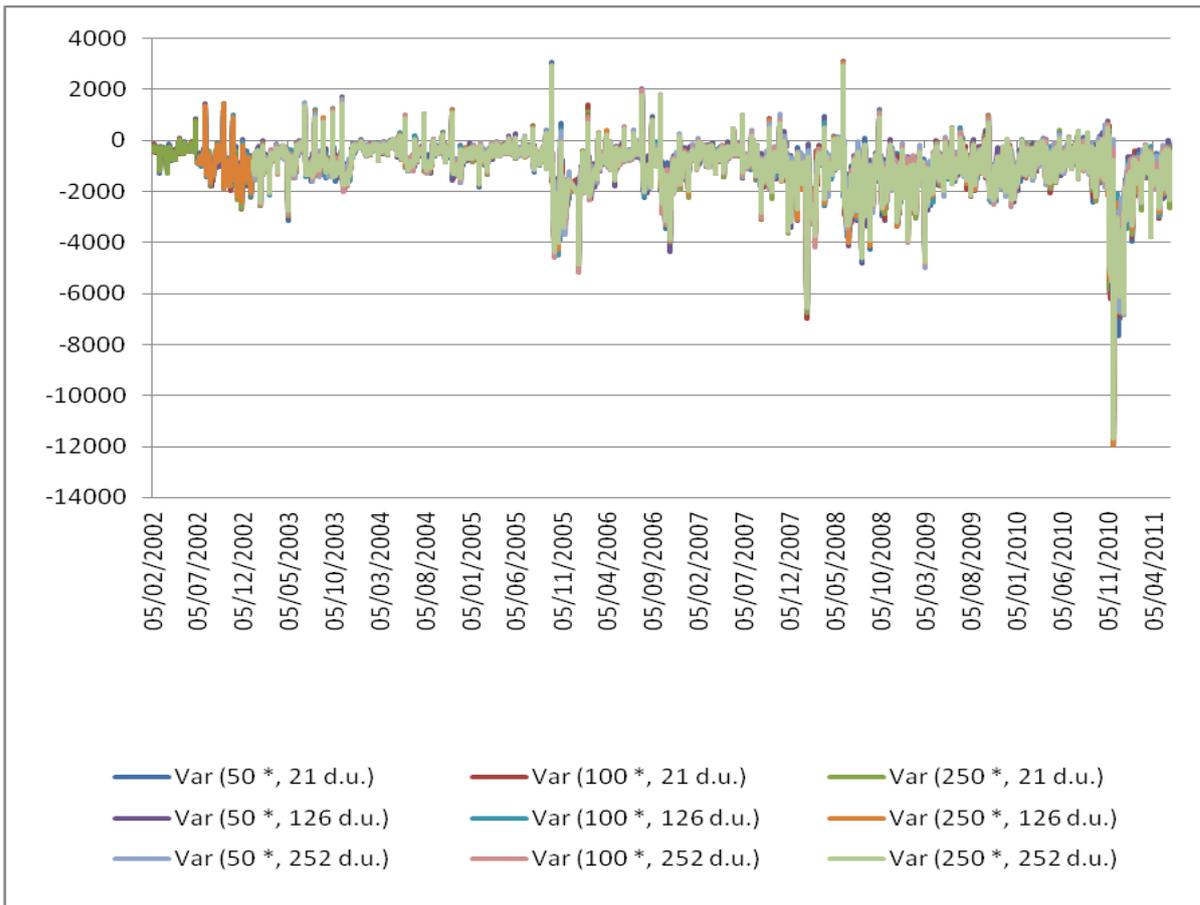
4.2.2. Posição Comprada

O gráfico 8 abaixo analisa a evolução dos ajustes diários (acumulado semanal) de uma posição comprada no mercado de Boi Gordo e os valores do VaR a partir das metodologias Delta-Normal e Simulação Histórica, enquanto o gráfico 9 agrega os resultados obtidos a metodologia Simulação de Monte Carlo, também sob diferentes métodos de cálculo.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Gráfico 8 – Resultados do Var para Boi Gordo 2002 – 2011 (Delta Normal e Simulação Histórica).



“*” significa previsões.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Gráfico 9 – Resultados do Var para Boi Gordo 2002 – 2011 (Simulação de Monte Carlo – Em Reais)

A tabela 6 abaixo traz o valor da média anual do VaR para cada um dos modelos.

Tabela 6 – Cálculo do VaR Médio Anual – Boi Gordo com Posição Comprada entre 2002 e 2011.

Var - Média Anual para Boi Gordo Comprada									
	Var com DP (21 d.u.)	Var com DP (126 d.u.)	Var com DP (252 d.u.)	Var com EWMA	Var com SH (126 d.u.)	Var com SH (252 d.u.)	Merc. Futuro (a cada 5 d.u.)		
2003	(582,91)	(656,61)	(660,83)	(598,62)	(382,01)	(365,68)	11,68		
2004	(351,26)	(428,84)	(507,09)	(359,89)	(154,42)	(137,18)	1,70		
2005	(558,96)	(448,83)	(429,76)	(546,89)	(260,32)	(271,12)	(36,79)		
2006	(732,24)	(861,98)	(884,04)	(752,31)	(893,28)	(613,04)	(7,28)		
2007	(587,51)	(645,64)	(716,94)	(587,84)	(496,49)	(449,89)	99,98		
2008	(1.111,37)	(1.227,36)	(1.162,28)	(1.137,27)	(1.137,89)	(1.003,84)	57,73		
2009	(828,34)	(874,87)	(968,38)	(830,11)	(802,99)	(853,12)	(36,94)		
2010	(972,12)	(845,87)	(857,56)	(953,20)	(601,82)	(672,23)	128,95		
2011	(987,05)	(1.780,43)	(1.399,82)	(1.097,64)	(1.986,28)	(844,81)	(10,31)		
Simulação de Monte Carlo:									
	Var (50 *, 21 d.u.)	Var (100 *, 21 d.u.)	Var (250 *, 21 d.u.)	Var (50 *, 126 d.u.)	Var (100 *, 126 d.u.)	Var (250 *, 126 d.u.)	Var (50 *, 252 d.u.)	Var (100 *, 252 d.u.)	Var (250 *, 252 d.u.)
2003	(774,68)	(793,76)	(800,21)	(768,14)	(791,28)	(813,90)	(769,49)	(788,64)	(808,57)
2004	(475,99)	(480,95)	(487,59)	(473,34)	(481,93)	(491,64)	(474,98)	(481,70)	(489,28)
2005	(773,86)	(781,04)	(794,63)	(768,02)	(786,45)	(794,40)	(757,51)	(784,22)	(792,22)
2006	(989,38)	(1.008,67)	(1.033,21)	(982,47)	(1.016,70)	(1.025,55)	(982,25)	(1.012,93)	(1.025,84)
2007	(731,40)	(753,13)	(758,96)	(726,38)	(747,30)	(756,18)	(707,98)	(745,23)	(759,51)
2008	(1.456,48)	(1.493,97)	(1.529,34)	(1.473,32)	(1.524,85)	(1.527,85)	(1.448,25)	(1.474,08)	(1.508,41)
2009	(1.134,23)	(1.164,86)	(1.184,08)	(1.132,73)	(1.168,59)	(1.183,99)	(1.134,93)	(1.166,09)	(1.190,76)
2010	(1.217,29)	(1.243,75)	(1.259,70)	(1.190,72)	(1.216,37)	(1.259,08)	(1.205,58)	(1.253,15)	(1.280,88)
2011	(1.321,27)	(1.372,71)	(1.392,43)	(1.297,80)	(1.341,67)	(1.388,98)	(1.315,34)	(1.369,30)	(1.387,99)

Fonte: Resultados da Pesquisa

Em relação aos resultados observados a adequação dos modelos ao posicionamento demandando (comprado, no caso), a tabela 7 mostra que o teste de Kupiec não rejeitou apenas os modelos de Delta-Normal com média móvel de 21 dias (seu valor LR do teste ficou abaixo do valor crítico para 95% de confiança, que é 3,841). No mercado futuro de boi gordo, considerando os modelos indicados pelos testes de Kupiec, o VaR médio no período foi de R\$730,60.

A análise do teste de Oliveira revelou que as metodologias mais indicadas seriam o modelo Delta-Normal para 21 dias e o modelo de Simulação de Monte Carlo, o qual teve valor médio do VaR DE R\$971,30. O percentual de suas violações foi 5,14% e 2,14%, respectivamente, levando em consideração o parâmetro C_m na observação de melhor performance (cujos valores foram 3.337,89 e 3002,54, respectivamente). Para o *backtesting* de Oliveira, os modelos que apresentaram menor percentual de violação são aqueles que envolveram a metodologia de Simulação de Monte Carlo, como pode ser observado na tabela 7 abaixo. Em termos de metodologia indicada, ele obtém destaque, principalmente nos modelos com maior número de repetições, em que se observou melhor desempenho para o modelo com janela de 21 dias.

Tabela 7 - Testes de Kupiec e Oliveira para Boi Gordo com Posição Comprada entre 2002 e 2011.

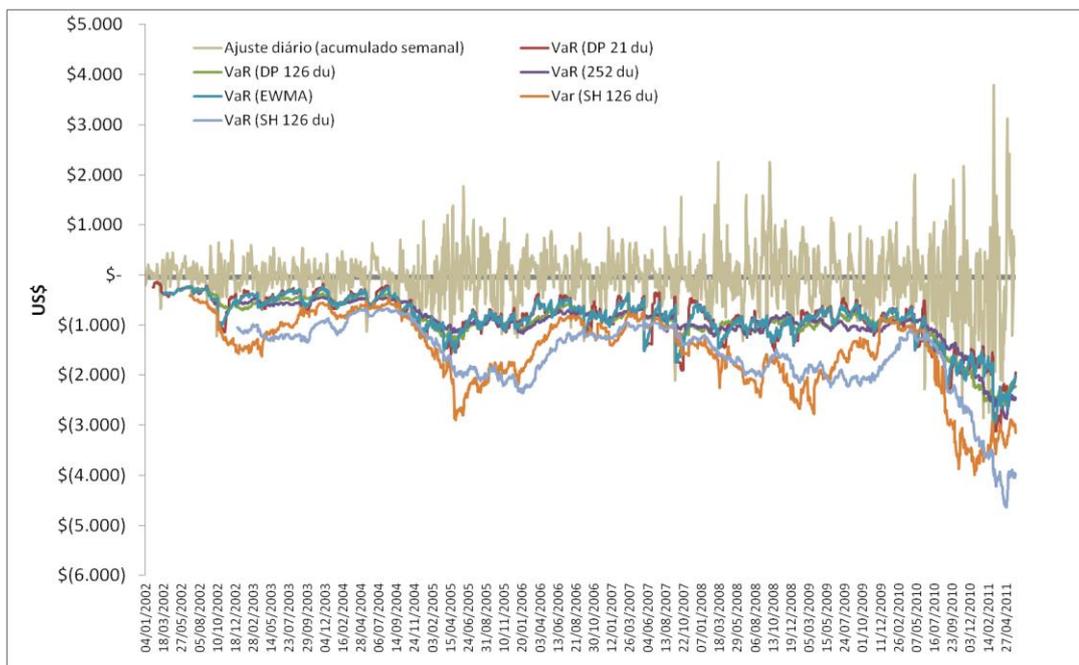
Mercado de Boi Gordo - Posicionamento: Comprado					
	VaR Médio(US\$)	LR	Teste de Kupiec	Violações	C _m Teste de Oliveira
Var com DP (21 du)	(730,6)	0,0793	Não Rejeitado	5,14%	3.337,89
Var com DP (126 du)	(803,5)	4,45	Rejeitado	4,02%	18.910,99
Var com DP (252 du)	(808,0)	11,82	Rejeitado	3,44%	22.718,36
Var com EWMA	(741,3)	9,61	Rejeitado	3,59%	2.557,34
Var com SH (126 du)	(664,1)	100,85	Rejeitado	11,34%	28.571,86
Var com SH (252 du)	(563,1)	112,62	Rejeitado	11,68%	10.240,34
Var com SMC (50 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(932,1)	24,22	Rejeitado	2,93%	4.786,83
Média Móvel 126 du	(953,7)	34,16	Rejeitado	2,58%	4.344,94
Média Móvel 252 du	(956,3)	36,98	Rejeitado	2,49%	4.645,56
Var com SMC (100 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(955,0)	30,19	Rejeitado	2,71%	3.913,34
Média Móvel 126 du	(982,2)	55,23	Rejeitado	2,01%	4.084,62
Média Móvel 252 du	(985,7)	59,09	Rejeitado	1,92%	4.008,78
Var com SMC (250 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(971,3)	49,77	Rejeitado	2,14%	3.002,54
Média Móvel 126 du	(998,4)	61,09	Rejeitado	1,88%	3.248,24
Média Móvel 252 du	(1.004,5)	61,09	Rejeitado	1,88%	3.185,82

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.3. Mercado de Café Arábica

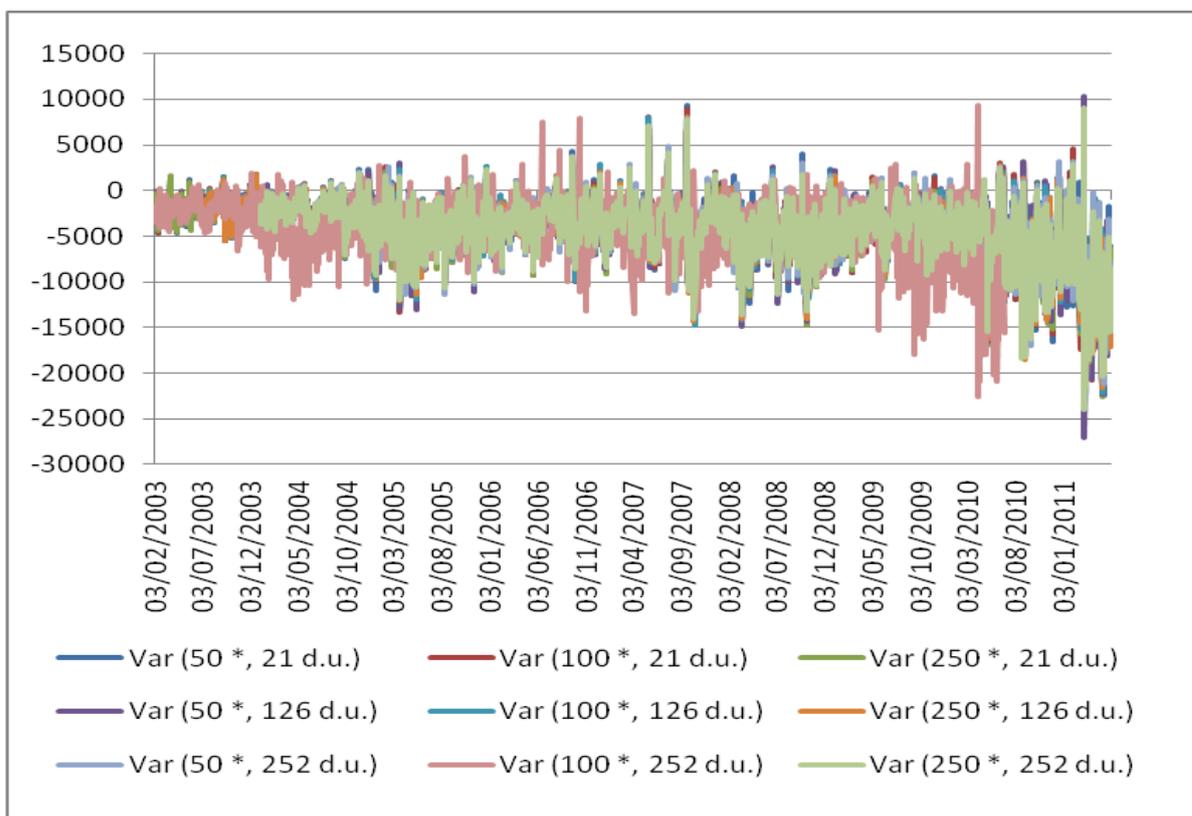
4.3.1. Posição Vendida

O gráfico 10 abaixo analisa a evolução dos ajustes diários (acumulado semanal) de uma posição vendido no mercado de Café Arábica e os valores do VaR a partir das metodologias Delta-Normal e Simulação Histórica, enquanto o gráfico 11 agrega os resultados obtidos a metodologia Simulação de Monte Carlo, também sob diferentes modelos de cálculo. Vale ressaltar que para o mercado de Café Arábica os contratos são comercializados em dólar.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Gráfico 10 – Resultados do VaR para Café Arábica 2002 – 2011 (Delta Normal e Simulação Histórica).



“*” significa previsões.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Gráfico 11 – Resultados do VaR para Café Arábica 2002 – 2011 (Simulação de Monte Carlo).

Na tabela 8 observa-se o cálculo dos valores médios dos VaR para cada ano do estudo, o que permite observar o comportamento do VaR diante de um quadro de valorização das *commodities* e de crise entre 2008 e 2009.

Tabela 8 – Cálculo do VaR Médio Anual – Café Arábica com Posição Vendida entre 2002 e 2011.

Var - Média Anual para Café Arábica Vendido									
	Var com DP (21 d.u.)	Var com DP (126 d.u.)	Var com DP (252 d.u.)	Var com EWMA	Var com SH (126 d.u.)	Var com SH (252 d.u.)	Merc. Futuro (a cada 5 d.u.)		
2004	(547,71)	(535,14)	(549,60)	(546,80)	(747,28)	(839,36)	(92,59)		
2005	(1.025,89)	(1.036,22)	(982,27)	(1.017,40)	(1.994,69)	(1.823,82)	(4,31)		
2006	(738,75)	(798,00)	(864,22)	(742,70)	(1.213,79)	(1.540,72)	(37,13)		
2007	(837,80)	(894,94)	(860,10)	(860,45)	(1.121,93)	(1.115,20)	(21,14)		
2008	(1.039,34)	(1.026,65)	(1.025,87)	(1.022,84)	(1.845,02)	(1.675,41)	75,86		
2009	(845,23)	(945,10)	(1.009,14)	(854,36)	(1.807,44)	(2.007,03)	(85,61)		
2010	(1.350,43)	(1.300,98)	(1.207,74)	(1.343,00)	(1.987,39)	(1.797,13)	(194,29)		
2011	(2.183,41)	(2.368,99)	(2.446,63)	(2.170,82)	(3.325,37)	(3.864,26)	(195,53)		
Simulação de Monte Carlo:									
	Var (50 *, 21 d.u.)	Var (100 *, 21 d.u.)	Var (250 *, 21 d.u.)	Var (50 *, 126 d.u.)	Var (100 *, 126 d.u.)	Var (250 *, 126 d.u.)	Var (50 *, 252 d.u.)	Var (100 *, 252 d.u.)	Var (250 *, 252 d.u.)
2004	(2.218,60)	(2.257,98)	(2.332,11)	(2.210,33)	(2.290,26)	(2.321,81)	(2.243,78)	(2.305,85)	(2.357,72)
2005	(4.534,85)	(4.671,91)	(4.750,84)	(4.535,77)	(4.612,48)	(4.699,01)	(4.550,39)	(4.660,49)	(4.690,70)
2006	(3.183,78)	(3.248,75)	(3.322,54)	(3.143,52)	(3.236,40)	(3.306,98)	(3.251,22)	(3.290,18)	(3.313,08)
2007	(3.744,72)	(3.750,72)	(3.799,88)	(3.657,34)	(3.813,91)	(3.838,36)	(3.649,27)	(3.727,86)	(3.826,43)
2008	(4.705,81)	(4.818,07)	(4.895,54)	(4.709,19)	(4.809,10)	(4.911,44)	(4.679,71)	(4.800,74)	(4.930,58)
2009	(3.572,33)	(3.728,97)	(3.775,81)	(3.546,25)	(3.674,63)	(3.723,55)	(3.602,70)	(3.668,79)	(3.722,37)
2010	(5.498,87)	(5.651,55)	(5.833,96)	(5.455,54)	(5.620,30)	(5.820,80)	(5.455,78)	(5.657,57)	(5.817,24)
2011	(9.337,41)	(9.798,71)	(9.874,44)	(9.364,98)	(9.382,93)	(9.749,18)	(9.329,57)	(9.531,50)	(9.653,05)

Fonte: Resultados da Pesquisa

Em relação aos resultados observados a adequação dos modelos ao posicionamento demandando (vendido, no caso), a tabela 9 mostra que o teste de Kupiec não rejeitou apenas os modelos de Delta-Normal com média móvel de 21 dias (seus valor LR do teste ficou abaixo do valor crítico para 95% de confiança, que é 3,841). No mercado futuro de boi gordo, considerando o modelo indicado pelo testes de Kupiec, o VaR médio no período foi de R\$917,40.

A análise do teste de Oliveira revelou que as metodologias mais indicadas seriam o modelo de Simulação Histórica de 21 dias e a Simulação Histórica para 126 dias. O percentual de suas violações foi 1,10% e 0,96%, respectivamente, que também apresentaram os menores valores para o parâmetro Cm do teste de Oliveira (2.111,32 e 2.104,56, respectivamente). Em relação aos modelos de Simulação de Monte Carlo, pode-se dizer que

eles apresentaram elevados percentuais de violação segundo teste de Oliveira e elevados valores para o parâmetro C_m , contudo, é possível perceber que esse percentual decresce lentamente com o aumento no número de repetições e com médias móveis de 252 dias úteis.

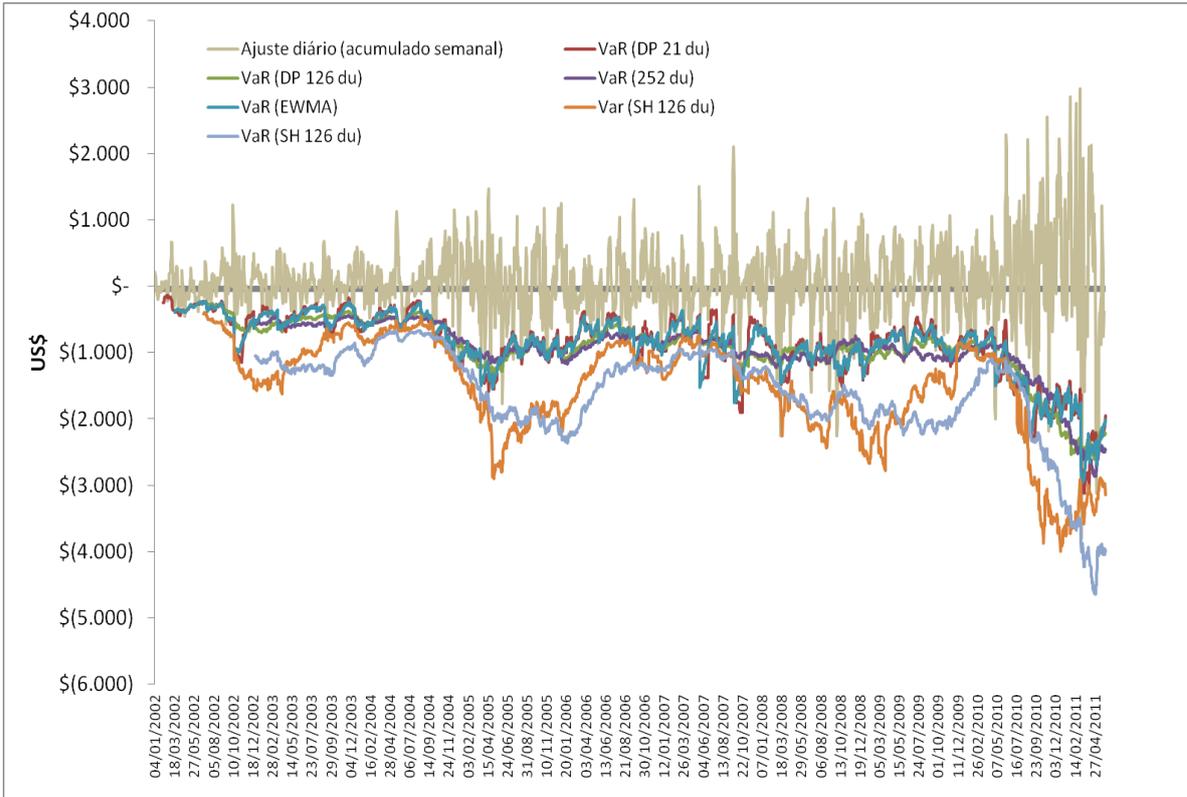
Tabela 9 - Testes de Kupiec e Oliveira para Café Arábica com Posição Vendida entre 2002 e 2011.

Mercado de Café Arábica - Posicionamento: Vendido					
	VaR Médio(US\$)	LR	Teste de Kupiec	Violações	C_m Teste de Oliveira
Var com DP (21 du)	(917,4)	2,47	Não Rejeitado	4,27%	3.634,65
Var com DP (126 du)	(954,5)	9,53	Rejeitado	3,60%	4.067,87
Var com DP (252 du)	(957,7)	10,97	Rejeitado	3,50%	5.152,72
Var com EWMA	(917,8)	12,51	Rejeitado	3,41%	2.479,67
Var com SH (126 du)	(1.561,4)	96,27	Rejeitado	1,10%	2.111,32
Var com SH (252 du)	(1.610,5)	105,99	Rejeitado	0,96%	2.104,56
Var com SMC (50 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(3.966,9)	102,43	Rejeitado	11,63%	1.113.067,56
Média Móvel 126 du	(4.044,9)	78,99	Rejeitado	10,72%	1.120.364,49
Média Móvel 252 du	(4.229,2)	67,91	Rejeitado	9,38%	1.089.747,96
Var com SMC (100 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(4.073,7)	68,90	Rejeitado	10,67%	1.006.771,32
Média Móvel 126 du	(4.149,5)	79,09	Rejeitado	9,77%	997.191,36
Média Móvel 252 du	(4.332,3)	58,72	Rejeitado	9,05%	1.029.300,04
Var com SMC (250 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(4.151,9)	60,49	Rejeitado	9,96%	891.131,02
Média Móvel 126 du	(4.243,1)	63,90	Rejeitado	9,24%	910.141,96
Média Móvel 252 du	(4.412,9)	46,58	Rejeitado	8,57%	950.809,92

Fonte: Resultados da pesquisa.

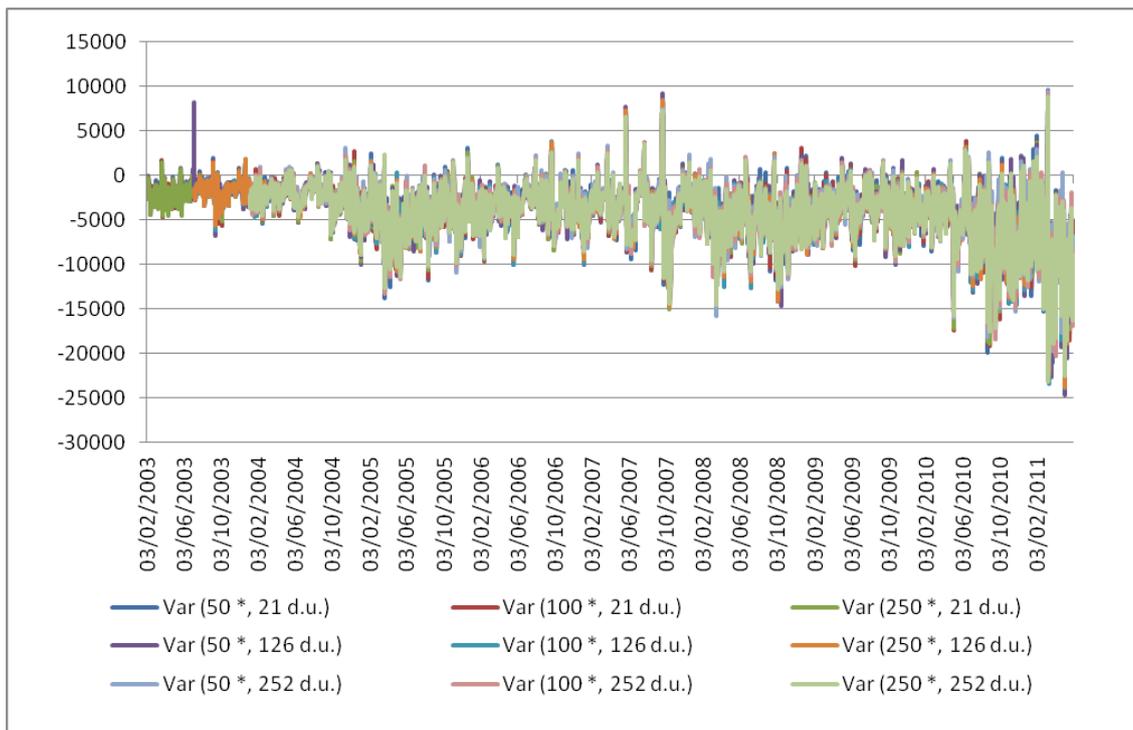
4.3.2. Posição Comprada

O gráfico 12 abaixo analisa a evolução dos ajustes diários (acumulado semanal) de uma posição vendido no mercado de Café Arábica e os valores do VaR a partir das metodologias Delta-Normal e Simulação Histórica sob diferentes modelos de cálculo, enquanto o gráfico 13 agrega os resultados obtidos a metodologia Simulação de Monte Carlo, também sob diferentes modelos de cálculo. Vale ressaltar, novamente, que para o mercado de Café Arábica os contratos são comercializados em dólar.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Gráfico 12 – Resultados do Var para Café Arábica 2002 – 2011 (Delta Normal e Simulação Histórica).



“*” significa previsões.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Gráfico 13 – Resultados do Var para Café Arábica 2002 – 2011 (Simulação de Monte Carlo - Em dólar).

Assim como nas outras situações anteriores, calculou-se o os valores médios do VaR para cada ano estudado, como pode ser observado na tabela 10 abaixo.

Tabela 10 – Cálculo do VaR Médio Anual – Café Arábica com Posição Comprada entre 2002 e 2011.

Var - Média Anual para Café Arábica Comprado									
	Var com DP (21 d.u.)	Var com DP (126 d.u.)	Var com DP (252 d.u.)	Var com EWMA	Var com SH (126 d.u.)	Var com SH (252 d.u.)	Merc. Futuro (a cada 5 d.u.)		
2004	(547,71)	(535,14)	(549,60)	(546,80)	(747,28)	(839,36)	92,59		
2005	(1.025,89)	(1.036,22)	(982,27)	(1.017,40)	(1.994,69)	(1.823,82)	4,31		
2006	(738,75)	(798,00)	(864,22)	(742,70)	(1.213,79)	(1.540,72)	37,13		
2007	(837,80)	(894,94)	(860,10)	(860,45)	(1.121,93)	(1.115,20)	21,14		
2008	(1.039,34)	(1.026,65)	(1.025,87)	(1.022,84)	(1.845,02)	(1.675,41)	(75,86)		
2009	(845,23)	(945,10)	(1.009,14)	(854,36)	(1.807,44)	(2.007,03)	85,61		
2010	(1.350,43)	(1.300,98)	(1.207,74)	(1.343,00)	(1.987,39)	(1.797,13)	194,29		
2011	(2.183,41)	(2.368,99)	(2.446,63)	(2.170,82)	(3.325,37)	(3.864,26)	195,53		
Simulação de Monte Carlo:									
	Var (50 *, 21 d.u.)	Var (100 *, 21 d.u.)	Var (250 *, 21 d.u.)	Var (50 *, 126 d.u.)	Var (100 *, 126 d.u.)	Var (250 *, 126 d.u.)	Var (50 *, 252 d.u.)	Var (100 *, 252 d.u.)	Var (250 *, 252 d.u.)
2004	(2.245,07)	(2.274,00)	(2.329,04)	(2.252,03)	(2.303,08)	(2.340,35)	(2.206,62)	(2.307,53)	(2.344,80)
2005	(4.581,89)	(4.653,62)	(4.781,98)	(4.460,07)	(4.589,19)	(4.729,07)	(4.500,36)	(4.592,00)	(4.676,71)
2006	(3.178,08)	(3.285,96)	(3.354,68)	(3.203,65)	(3.312,88)	(3.343,97)	(3.195,94)	(3.257,00)	(3.343,41)
2007	(3.670,64)	(3.807,47)	(3.849,05)	(3.649,47)	(3.764,34)	(3.831,89)	(3.668,19)	(3.812,21)	(3.849,31)
2008	(4.610,85)	(4.691,37)	(4.853,23)	(4.722,81)	(4.828,35)	(4.914,95)	(4.687,89)	(4.794,68)	(4.903,03)
2009	(3.568,67)	(3.660,53)	(3.736,66)	(3.594,53)	(3.676,76)	(3.767,28)	(3.636,39)	(3.738,77)	(3.770,34)
2010	(5.642,88)	(5.763,15)	(5.822,29)	(5.427,88)	(5.677,16)	(5.844,60)	(5.534,29)	(5.713,58)	(5.800,98)
2011	(9.311,66)	(9.443,94)	(9.820,46)	(9.337,79)	(9.621,00)	(9.636,63)	(9.131,48)	(9.352,82)	(9.625,60)

Fonte: Resultados da Pesquisa

Em relação aos resultados observados e adequação dos modelos ao posicionamento demandando (comprado, no caso), a tabela 11 mostra que o teste de Kupiec rejeitou todos os modelos.

A análise do teste de Oliveira revelou que as metodologias mais indicadas seriam o modelo de Simulação Histórica de 21 dias e a Simulação Histórica para 126 dias. O percentual de suas violações foi 0,53% e 0,29%, respectivamente (observa-se também que os valores para o parâmetro Cm do teste de Oliveira também foram os menores, 987,08 e 864,24, respectivamente). O valor médio para o VaR no período foi R\$1.561,42 e R\$1.610,51. Em relação aos modelos de Simulação de Monte Carlo, pode-se dizer que eles apresentaram elevados percentuais de violação segundo teste de Oliveira e elevadas perdas. Assim como no caso de um posicionamento vendido para o mercado de Café Arábica não se pode concluir que modelos que envolvem essa metodologia sejam indicados para esse mercado.

Tabela 11 - Testes de Kupiec e Oliveira para Café Arábica com Posição Comprada entre 2002 e 2011.

Mercado de café Arábica - Posicionamento: Comprado					
	VaR Médio(US\$)	LR	Teste de Kupiec	Violações	C _m Teste de Oliveira
Var com DP (21 du)	(917,42)	15,05	Rejeitado	3,26%	3.310,02
Var com DP (126 du)	(954,50)	15,95	Rejeitado	3,21%	5.647,45
Var com DP (252 du)	(957,68)	22,06	Rejeitado	2,93%	6.153,86
Var com EWMA	(917,75)	19,89	Rejeitado	3,02%	2.693,01
Var com SH (126 du)	(1.561,42)	141,34	Rejeitado	0,53%	987,08
Var com SH (252 du)	(1.610,51)	167,03	Rejeitado	0,29%	864,24
Var com SMC (50 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(3.968,9)	39,85	Rejeitado	2,30%	34.062,60
Média Móvel 126 du	(4.058,7)	52,22	Rejeitado	1,96%	42.586,23
Média Móvel 252 du	(4.217,5)	56,19	Rejeitado	1,87%	34.466,00
Var com SMC (100 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(4.059,3)	56,19	Rejeitado	1,87%	24.246,65
Média Móvel 126 du	(4.173,1)	82,08	Rejeitado	1,34%	32.924,57
Média Móvel 252 du	(4.336,0)	90,54	Rejeitado	1,20%	32.143,63
Var com SMC (250 Previsões)					
Média Móvel 21 du	(4.152,1)	79,41	Rejeitado	1,39%	23.148,63
Média Móvel 126 du	(4.255,6)	104,54	Rejeitado	1,24%	17.394,50
Média Móvel 252 du	(4.415,3)	113,31	Rejeitado	0,86%	30.962,37

Fonte: Resultados da pesquisa.

5. CONCLUSÃO.

Pelo trabalho acima, pode se concluir que os mecanismos do VaR permitem gerenciar os riscos de operações com derivativos. Durante a pesquisa, é importante lembrar que foram respeitadas as especificidades de cada mercado com relação a prazos e quantidades. A utilização de diferentes métodos de se calcular a volatilidade dos mercados possibilitou a formulação de diferentes modelos para o VaR, que foram analisados segundo o *backtesting* de Kupiec e de Oliveira. O fato de se rejeitar muitos dos testes pelo método de Kupiec não significa ineficiência dos modelos, mas pode estar ligado à hipótese de distribuição normal para os dados da pesquisa para as metodologias Delta-Normal e Simulação Histórica. Nos casos de Simulação de Monte Carlo, os resultados negativos eram esperados devido ao baixo número de previsões realizados (já que houve a limitação em se usar o software Microsoft Excel para a operacionalização do modelo). Dessa maneira, o teste de Oliveira para os dados do VaR foi mais eficiente no sentido de adotar um modelo com menor taxa de violações frente ao cálculo numérico de perdas.

Na posição vendida para o mercado de Boi Gordo o teste de Kupiec não rejeitou apenas os modelos de Delta-Normal com média móvel de 252 dias e Delta-Normal com média calculada pelo EWMA. A análise do teste de Oliveira revelou que as metodologias mais indicadas seriam o modelo Delta-Normal para 21 dias e o modelo Delta Normal para o EWMA. Em relação aos modelos de Simulação de Monte Carlo, pode-se dizer que eles apresentaram elevados percentuais de violação segundo teste de Oliveira, contudo, é possível perceber que esse percentual decresce lentamente com o aumento no número de repetições e com médias móveis de 252 dias úteis (que captaram mais adequadamente as tendências nos movimentos dos ajustes).

Para a posição comprada no mesmo mercado, o teste de Kupiec não rejeitou apenas os modelos de Delta-Normal com média móvel de 21 dias. Com o teste de Oliveira revelou-se que as metodologias mais indicadas seriam o modelo Delta-Normal para 21 dias e o modelo de Simulação de Monte Carlo. Para o *backtesting* de Oliveira, os modelos que apresentaram menor percentual de violação são aqueles que envolveram a metodologia de Simulação de Monte Carlo.

Na posição vendida para o mercado de Café Arábica o teste de Kupiec não rejeitou apenas os modelos de Delta-Normal com média móvel de 21 dias. A análise do teste de Oliveira revelou que as metodologias mais indicadas seriam o modelo de Simulação Histórica de 21 dias e a Simulação Histórica para 126 dias. Para a posição comprada, o teste de Kupiec rejeitou todos os modelos. A análise do teste de Oliveira revelou que as metodologias mais indicadas seriam o modelo de Simulação Histórica de 21 dias e a Simulação Histórica para 126 dias. O percentual de suas violações foi 0,53% e 0.29%, respectivamente.

Em relação à hipótese inicial deste projeto, que faz alusão ao fato de que a Simulação de Monte Carlo, por ser um mecanismo mais sofisticado de mensuração do estimação por abranger a análise sem se basear em hipóteses de distribuição normal, seria mais eficiente no cálculo do VaR observou-se que essa é somente válida para a posição comprada no mercado de Boi Gordo. Para a posição vendida desse mesmo mercado, observou-se que tal metodologia tem potencial de análise e pode-se pensar em um maior número de previsões na tentativa de reduzir o percentual de violações o parametro C_m empregado no teste de Oliveira. Entretanto, para o mercado de café arábica, observou-se que tal metodologia não levou a resultados mais eficientes, e mesmo que estabelecessem baixos níveis percentuais de violação, como na posição comprada, os resultados apresentavam valores elevados para o parâmetro C_m empregado no teste de Oliveira, o que direciona a escolha por outros modelos, como foi observado na presente pesquisa. Dessa maneira, conclui-se que há uma não rejeição condicional da hipótese para o mercado de Boi Gordo e uma rejeição da hipótese do projeto para o mercado de Café Arábica.

6. BIBLIOGRAFIA

AMIN, M. M.; L. F. ; CORREIA, A. C.; SANTOS, D. C. G. **O Impacto da Volatilidade nos Preços Recebidos pelos Produtores do Café no Mercado Internacional**. UNAMA, Belém, Pará, XLVI Congresso da SOBER - "Conhecimentos para Agricultura do Futuro", de 20 a 23 de julho de 2008 – Rio Branco, Acre, Brasil. Disponível em < www.sober.org.br > Consulta efetuada em 21/06/10.

BESSADA, O.; BARBEDO, C.; ARAÚJO, G. **Mercado de derivativos no Brasil: conceitos, operações e estratégias**. Editora Record, 2005.

COSTA, T.M.T.; PIACENTI, C.A. **Utilização de contratos futuros agropecuários no perfil médio de investimentos dos fundos de pensão no Brasil**. *Revista Contabilidade & Finanças*, São Paulo, v. 19, n. 46, p. 59-72, 2008.

GARCIA, F. D. Faculdade de Finanças e Economia Ibmecc. Dissertação de mestrado profissionalizante em economia. **Value-at-Risk para Carteiras De Derivativos de Câmbio em Empresas Regidas Pela Norma IAS 39**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em < www.ibmeccrj.br >. Consulta efetuada em 12/01/10.

GONÇALVES, D. F.; FRANCISCHINI, A. A.; ALVES, A. F.; PARRÉ, J. L. **Análise de co-integração, causalidade e efetividade do hedge para os preços à vista e futuro do contrato de boi gordo para a região noroeste do Paraná**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, XLV Congresso da SOBER - "Conhecimentos para Agricultura do Futuro", de 22 a 25 de julho de 2007 – Londrina, Paraná, Brasil. Disponível em < www.sober.org.br > Consulta efetuada em 12/01/10.

HULL, J. **Fundamentos dos mercados futuros e opções**. 4^a.ed. rev. e ampl. São Paulo: BM&F/Cultura Editores Associados, 2005.

INACIO, A. **Rentabilidade de produtos agropecuários na BM&F supera a de apostas tradicionais**. Artigo Publicado em: Valor Econômico – 30/12/2010, São Paulo

Indicadores da indústria de café no Brasil – 2010. Desempenho da Produção e Consumo Interno, Período Novembro/2009 a Outubro/2010. Pesquisa realizada pela Área de Pesquisas da ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café. Texto disponível em: < www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#472 > Consulta efetuada em 18/09/2011.

JORION, P. *Value at risk: a nova fonte de referência para a gestão do risco financeiro*. 2. ed. São Paulo: BM&F, 2003. 487 p.

KUPIEC, P. **Techniques for verifying the accuracy of measurements models.** Journal of Derivatives, 1995 p.73–84.

MARTIN, N. B. **Mercado futuro de boi gordo no primeiro semestre de 2005** – artigo disponível em < www.iea.sp.gov.br > publicado em 18/07/2005. Consulta efetuada em 21/06/10.

MOL, A. L. R. **Value at risk como medida de risco da volatilidade dos ajustes diários em mercados futuros de café.** Dissertação de mestrado em Administração. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2002.

MOLLICA, M. A. Universidade de São Paulo – Faculdade de Economia e Administração e Contabilidade. Departamento de Contabilidade. Dissertação de mestrado. **Uma avaliação dos modelos Value-At-Risk: comparação entre os métodos tradicionais e modelos de variância condicional.** São Paulo, 1999. Disponível em < www.risktech.com.br >. Consulta efetuada em 11/04/10.

OLIVEIRA, M. R. G.; CARMONA, C. U. M. Value-at-Risk aplicado à taxa de cambio de países latino americanos: um estudo multiperíodo entre os modelos heterocedásticos e homocedásticos. **Revista de Administração eletrônica**, v.1, n.2, p. 1-21, 2008. Disponível em < www.rausp.usp.br >. Consulta efetuada em 11/04/10.

OLIVEIRA, M. R. G.; CARMONA, C. U. M.; JÚNIOR, J. L. T. **Value at Risk Dinâmico: Um Estudo Comparativo entre os Modelos Heterocedásticos e a Simulação de Monte Carlo.** *Revista Brasileira de Finanças*, 2006 Vol. 4, No. 2, pp. 181–202.

PEREZ, L. H.; BINI, D. L. C.; PINATTI, E.; GONÇALVES, J. S. **Preços Agropecuários encerram o mês de dezembro em alta de 0,73% fechando ano de 2010 em patamares muito superiores.** IEA – Instituto de Economia Agrícola. Artigo Publicado em 06/01/2011. Texto disponível em: < www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=12038 > Consulta efetuada em: 17/09/2011.

PINATTI, E.; BINI, D. L. C. **Carne Bovina: comportamento dos preços em 2008.** Análises e Indicadores do Agronegócio. Volume 4, nº3 Março, 2009. Publicado em 11/03/2009. Disponível em < www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=10138 > Consulta realizada em 17/09/2011.

Relatorio Trimestral da Scot Consultoria - Primeiro trimestre de 2011. Ano 1, Edição 1. Janeiro, 2011. Disponível em: < www.scotconsultoria.com.br/img/EstudosEspeciais/110114_Relatorio_trimestral_01_def.pdf > Consulta efetuada em : 17/09/2011.

SALIBY, E. & ARAÚJO, M. **Cálculo do valor em risco através de simulação Monte Carlo: Uma avaliação de uso de métodos amostrais mais eficientes em portfólios com opções.** XXXIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Campos do Jordão, 2001.

SARTI, F.; HIRATUKA, C. **Indústria Mundial: Mudanças e Tendências Recentes.** Texto para Discussão. IE/UNICAMP N°186, Dezembro 2010.

SCHOUCHANA, F.; MICELI, W. M. **Introdução aos Mercados Futuros e de Opções Agropecuários no Brasil.** 3ª edição revisada e atualizada. São Paulo. Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2004.

Site: www.bmf.com.br. Última consulta efetuada em: 10/09/11.

Site: www.iea.sp.gov.br. Última Consulta efetuada em: 17/09/11.

TODOROVA, D. **Avaliação da Performance de Modelos de Value-at-Risk em Mercados Emergentes.** ISCTE Business School. Tese de Mestrado em Finanças, maio de 2009.