

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE**

NAVEED KHAN

**DERIVATIVO DE CLIMA: INSTRUMENTO FINANCEIRO CONTRA
RISCOS**

**NATAL/RN
2010**

NAVEED KHAN

DERIVATIVO DE CLIMA: INSTRUMENTO FINANCEIRO CONTRA RISCOS

Monografia do Curso de Pós-Graduação em Administração Financeira da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito obrigatório para obtenção do grau de Especialista MBA em Gestão Financeira.

Orientador: Aluísio Alberto Dantas (MSc.)

NATAL/RN
2010

NAVEED KHAN

DERIVATIVO DE CLIMA: INSTRUMENTO FINANCEIRO CONTRA RISCOS

Monografia de conclusão do Curso de Especialização MBA em Administração Financeira da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, () aprovado com a nota: _____() não obtendo aprovação, em _____ de _____ de _____, avaliado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Aluísio Alberto Dantas, MSc.
Orientador

Prof.:
Membro Examinador

RESUMO

O mercado de derivativos constitui um dinâmico e diversificado mercado do capitalismo contemporâneo, no qual compradores e vendedores negociam títulos, cujos valores dependem (ou derivam) de outros ativos e/ou variáveis. Os derivativos são instrumentos financeiros que têm seus preços derivados do preço de mercado de um bem ou de outro instrumento financeiro. O mercado de derivativos climáticos, por sua vez, é um segmento específico do mercado de derivativos e que estão relacionados a produtos fortemente influenciados pelo clima. No Brasil esse mercado é ainda é incipiente. Uma das barreiras que atrapalham o aumento da liquidez no mercado e a incerteza que está por trás da precificação é a falta de conhecimento por vários setores dos campos de aplicação potenciais desses derivativos. Com o objetivo de analisar os derivativos do tempo como uma ferramenta mais eficiente e barata de proteção contra os riscos de variações climáticas, o presente estudo descreve as principais abordagens de modelagem de precificação de derivativos do tempo e que orientam novas possibilidades de investimento na região Nordeste do Brasil. O estudo conclui que os derivativos climáticos constituem instrumentos financeiros que viabilizam novas possibilidades de investimento na região nordeste do Brasil. Constata-se que o desenvolvimento do mercado de derivativos contribuiu para a atual evolução do capital financeiro e, ao mesmo tempo, para o dinamismo do mercado de agronegócios.

Palavras-chave: Mercados financeiros; Derivativos climáticos; Riscos financeiros.

ABSTRACT

The derivatives market is a dynamic and diverse market of contemporary capitalism, in which buyers and sellers negotiate securities whose values depend on (or derived) from other assets or variables. Derivatives are financial instruments that have their prices derived from market price of an asset or other financial instrument. The weather derivatives market, in turn, is a specific segment of the derivatives market, related to the products strongly influenced by climate. In Brazil the market is still incipient. One of the barriers that hinder the growth of liquidity in the market and uncertainty behind the pricing is the lack of knowledge on various sectors of the potential fields of application of these derivatives. In order to analyze the weather derivatives as an efficient and inexpensive tool to protect against the risks of climate change, this study describes the main approaches to price modeling of weather derivatives and guiding new investment opportunities in the Northeast of Brazil. The study concludes that weather derivatives are financial instruments that enable new opportunities for investment in the Northeast region of Brazil. It appears that the development of the derivatives market contributed to the current evolution of financial capital and at the same time, to the market dynamism of agribusiness.

Keywords: Financial markets, Weather derivatives, Financial risks.

TABELAS E GRÁFICOS

1. DIFERENÇAS ENTRE MERCADO A TERMO E MERCADO FUTURO.....	15
2. SWAP DE TAXA.....	17
3. COMO COMEÇOU A CRISE	24
4. COMPARAÇÃO ENTRE CRISES FINANCEURAS.....	27
5. COMPARATIVO ENTRE CRISES FINANACEIRA.....	28
6. PIB E COMÉRCIO EXTERNO GLOBAL.....	29

SUMÁRIO

2. INTRODUÇÃO	08
1.1 APRESENTAÇÃO	08
1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA	08
1.3 OBJETIVOS	09
1.4 JUSTIFICATIVA	10
 3. REFERENCIAL TEÓRICO	 11
2.1 MERCADO	11
2.1.1 Mercado Financeiro	11
2.1.2 Mercado de Derivativos	12
2.2 DERIVATIVOS.....	13
2.3 TIPOS DE MERCADO	14
2.3.1 Mercado a Termo.....	14
2.3.2 Mercado Futuro	14
2.4 OPÇÃO	15
2.5 SWAP	15
 4. METODOLOGIA	 18
3.1 TIPO DE PESQUISA	18
 5. ANÁLISE DE RESULTADOS	 19
4.1. A CRISE DO CAPITALISMO FINANCEIRO	19
4.2 ANALISE E COMPARAÇÃO - CRISE FINANCEIRA ATUAL	20
4.3 CRISE ATUAL (2007 – 2009).....	24
4.4 DERIVATIVOS DE CLIMA INSTRUMENTO FINANCEIRO CONTRA RISCOS	29
4.4.1 DETERMINAÇÃO DE PREÇO	31
4.4.2 METODOLOGIA.....	32
4.4.3 FÓRMULA DE PREÇO	32
4.4.3.1 Comentários.....	35
4.4.4 MODELAGEM HDD.....	36
4.4.5 EXPLICAÇÃO.....	37

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	39
7. REFERÊNCIAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O mercado de derivativos climáticos no Brasil ainda é um segmento incipiente. Uma das barreiras que normalmente atrapalha o seu funcionamento é o aumento da liquidez no mercado e certamente a incerteza que está por trás da sua precificação; e por constituir-se em mercado recente, a falta de conhecimento por vários setores dos campos de aplicação potenciais desses derivativos constitui-se em componente que sempre bloqueia o seu funcionamento. Com o objetivo de analisar o funcionamento do mercado de derivativos, as incertezas e riscos, este estudo tem o intuito de rever abordagens para modelar e simular a melhor forma de precificação de derivativos do tempo e viabilidades de investimentos no Nordeste brasileiro.

O estudo apresenta a sua estrutura de acordo com o roteiro definido pela metodologia acadêmica, com a descrição do contexto, problematização, objetivos e argumentos que justificam a pesquisa. No capítulo seguinte é feita uma revisão bibliográfica, com a identificação de argumentos teóricos que fundamentam conceitos, leis e teorias que fundamentam cientificamente as abordagens estudadas. No capítulo 3 apresenta-se a estrutura metodológica da pesquisa utilizada, destacando-se universo, amostra e respectivos instrumentos de pesquisa.

O conteúdo central da pesquisa é descrito no capítulo de análise de resultados, quando é estudada a crise financeira e do capitalismo contemporâneos, destacando-se os elementos da crise do capitalismo financeiro verificada nos últimos anos. Os derivativos de clima são devidamente apreciados como instrumentos financeiros de relevante ação potencial na região nordestina. Nessa linha de análise é estudada a determinação de preço e a modelagem HDD.

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA

O nordeste constitui uma região homogênea do Brasil e possui um clima que é bem diversificado. A sua localização é influenciada por alguns fatores e recebe influências desde a Amazônia até da Europa. A "ponta" do nordeste, onde se localizam os estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba, estados esses que estão próximos à zona de convergência intertropical e recebem ventos que fazem parte de um grande sistema de correntes de ar no

globo; esses ventos vêm do hemisfério norte para o equador influenciando a referida região do nordeste brasileiro. (<http://www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/nordeste.htm>, 2009)

Durante os meses de inverno, por causa desses ventos, faz-se surgir uma brisa marítima que bate na costa do Rio Grande do Norte, fazendo com que a temperatura até caia um pouco. Em Natal, capital do estado, chega-se a registrar 18°C em função desta brisa marítima. A brisa marítima traz muita umidade para o continente, mas essa umidade não consegue ultrapassar o Planalto da Borborema, por isso há muita seca no sertão nordestino e em certos meses muita chuva no litoral e zona da mata. (<http://www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/nordeste.htm>, 2009)

A maior vítima dessa incerteza em relação ao clima é o setor de agronegócio, que é o principal fator de produção e geração de riqueza na região nordeste. Tal incerteza impossibilita um planejamento financeiro e comercial para os produtores e empresas relacionadas aos agronegócios. Consequentemente, esses aspectos climáticos contribuem para a redução de oportunidades de investimentos nesse setor.

Nesse nível de reflexão sobre os investimentos regionais, destacam-se os derivativos de clima, que são ferramentas para proteger os investidores contra a total exposição aos riscos e, ainda, aumentar as oportunidades de novos investimentos em agronegócios. Diante dos fatos apresentados, o seguinte trabalho apresenta o seguinte problema: ***de que modo os derivativos do tempo pode ser utilizado enquanto ferramenta eficiente e de baixo custo para proteção contra os riscos de variações climáticas.***

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os derivativos do tempo como uma ferramenta mais eficiente e barata de proteção contra os riscos de variações climáticas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar os principais aspectos que representam riscos às companhias que dependem de fatores climáticos;
- b) Propor derivativos de clima para a região nordeste do Brasil com o objetivo de proteger as companhias ligadas aos agronegócios contra risco climáticos.

- c) Simular cálculos de derivativos de chuva e vislumbrar a aplicabilidade do derivativo do tempo;
- d) Analisar a eficiência dos métodos de cálculo de um derivativo do tempo.

1.4 JUSTIFICATIVA

As empresas que atuam no mercado financeiro e que atuam com derivativos fortemente influenciados por aspectos climáticos sentem a necessidade de um aprofundamento técnico e operacional que oriente a funcionamento e dinâmica desse mercado. Uma vez evidenciada a importância dos derivativos enquanto ferramenta para tentar defender os investidores de oscilações de preços futuros de um ativo financeiro ou até mesmo alavancar suas aplicações, faz-se necessário vislumbrar possibilidades de aplicar tais conceitos a outras realidades.

Apesar de já existir, no contexto mundial, uma série de derivativos - inclusive os derivativos de clima - ainda são poucos os trabalhos que sugerem soluções às variações temporais do nordeste brasileiro. Essas variações castigam, todos os anos, uma série de empresários e investidores do agronegócio.

Por ser um assunto recente, a bibliografia é escassa; porém é suficiente para a elaboração do referencial teórico consistente e atual, principalmente com a utilização do material via internet e o acesso a referências norte-americanas.

A razão da escolha do tema deve-se ao fato de se tratar de um tema atual, que ainda é pouco desenvolvido no meio acadêmico, principalmente no Brasil. Com isso, observa-se uma oportunidade de aprender, desenvolver e divulgar essa ferramenta, através de estudos acadêmicos, mas com o intuito de orientar empresas e investidores que possam fazer uso dessa proposta.

Justifica-se, portanto, o presente estudo, considerando a sua necessidade atual de ampliar o acervo acadêmico, principalmente na FARN, cuja missão institucional está comprometida com o desenvolvimento econômico do Rio Grande do Norte e com as demandas atuais e potenciais de formação técnicas e profissionais das suas lideranças empresariais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MERCADO

A palavra mercado remonta a períodos anteriores à existência da moeda. Era o local onde as pessoas reuniam-se para trocar mercadorias, ou seja, seus artigos excedentes de modo a suprir as necessidades das pessoas. (Claudia Gomes, 2009).

Esses mercados, a princípio eram constituídos apenas por dois representantes: aquele que possuía o excedente e aquele que dele necessitava. Com a evolução da história os meios utilizados para as trocas adquiriram novas versões e da moeda-mercadoria surgiram os intermediadores dessas trocas, vieram o papel-moeda ou a moeda escritural (como por exemplo, o cheque) e a moeda de plástico (cartão de crédito). As Instituições financeiras então inevitavelmente receberam a intervenção de reguladores: o Estado. (Claudia Gomes, 2009).

2.1.1 Mercado financeiro

O mercado passou a ser um conjunto de elementos envolvidos na comercialização de um determinado produto: produtores, consumidores, intermediários, regulamentos, preços etc... E assim o produto comercializado passou a ser o "uso do dinheiro no tempo" Portanto, seja a transferência temporária entre os agentes econômicos, (produtores primários, indústrias, comerciantes, instituições financeiras e investidores). O poder de compra é a posse que o dinheiro proporciona. (Claudia Gomes, 2009).

Desse modo surgiu o mercado financeiro que é o conjunto de mecanismos voltados para a transferência de recursos entre eles. Seu papel é viabilizar e operacionalizar os fluxos de financiamentos na economia. Os envolvidos nesses mercados são os agentes dispostos a transformarem suas disponibilidades monetárias em ativos financeiros com a finalidade de obterem retornos reais positivos e passam a direcionar os recursos para a obtenção de juros ou lucros e os agentes econômicos deficitários que estão dispostos a financiarem seu “déficit” a custo de mercado, desse modo, os intermediários financeiros efetuam a ligação entre os dois seguimentos e obtenham seus resultados. (Claudia Gomes, 2009).

A literatura classifica a cadeia desses tipos de investimentos com as seguintes categorias econômicas básicas: ativos reais e ativos obrigações

ATIVOS REAIS - são as propriedades de coisas concretas. Ao aplicar dinheiro em ativos reais, o Investidor só recebe seu dinheiro de volta quando vender o bem que comprou.

A rentabilidade do investimento em ativo real é a diferença entre preço de compra e preço de venda do bem.

ATIVOS OBRIGAÇÕES (DÍVIDAS) - São os ativos representados por obrigações é a propriedade de documentos nos quais o tomador se obrigar a devolver ao doador os recursos recebidos .A diferença entre investimentos em ativos reais e obrigações é o resgate pelo tomador, ou seja, o tomador vai devolver o dinheiro em alguma data e isso envolve risco de crédito. Essas obrigações podem ser representadas por dívida contratual (empréstimo), ou dívida securitizada (título de crédito).

2.1.2 Mercado derivativo

A primeira bolsa de negociação dos derivativos foi ROYAL EXCHANGE OF LONDON, que permitiu contratos futuros. Os rastros dos primeiros contratos "futuros" são do mercado de arroz Yodya em Osaka, no Japão por volta de 1650. Evidentemente, estes contratos eram padronizados, estes eram evidentemente contratos padronizados. (Essays in Derivatives - by Don Chance)

A análise histórica descreve que o mais significativo fato do mercado do futuro americano, foi a criação do Chicago Board Of Trading em 1848. Devido a localização no Lake Michigan, Chicago se tornou um grande centro de armazenamento, venda e distribuição dos grãos do centro oeste dos Estados Unidos, e por cause disso grandes armazéns foram construídos. Mas durante primavera, pela falta dos grãos, os armazéns e as instalações eram subutilizados. Ao mesmo tempo, índice de preço (*Spot Price*) era muito instável e sofria altos e baixos drásticos. Um grupo de comerciantes de grã criou contratos “*To-Arrive*”, que permitia os produtores que fecham os preços e entregam-se os grãos em futuro, na safra. Esses contratos, como um instrumento de Hedging e de especulação de preços, foram muito úteis. Esses contratos eventualmente foram padronizados em 1865, e em 1925, primeira câmara de compensação foi criada. Contratos futuros criados na época apresentavam características parecidas com as que estão presentes nos contratos atuais (Essays in Derivatives - by Don Chance)

2.2 DERIVATIVOS

Segundo Lima e Lopes (1999, p.13) Pode-se considerar como derivativos aqueles instrumentos financeiros que derivam ou dependem do valor de outro ativo e que se caracterizam, normalmente, como contratos padronizados, negociados entre as partes em mercados secundários organizados ou contratos adhoc entre os agentes.

Para Niyama e Gomes (2000, p.102) O termo derivativo é relativamente recente, sendo usualmente definido como um instrumento financeiro (contrato) cujo valor deriva do preço ou performance de outro ativo, que pode ser um bem (ação ou mercadorias, tais como café, algodão, boi gordo), uma taxa de referência (dólar norte-americano ou Depósito Interfinanceiros (DI), por exemplo) ou índices (Bovespa, etc).

- 1) Instrumento financeiro cujo preço de mercado deriva do preço de mercado de um bem ou de outro instrumento financeiro.
- 2) operação do mercado financeiro em que o valor das transações deriva do comportamento futuro de outros mercados, como o de ações, câmbio ou juros.
- 3) principais tipos de derivativos: mercados a termo, futuros, opções e *swaps*.

A Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA, 2009) descreve os derivativos como “instrumentos financeiros que têm seus preços derivados (daí o nome) do preço de mercado de um bem ou de outro instrumento financeiro.” Afirma a BOVESPA que uma operação com derivativos pode ter diferentes objetivos, mas os quatro principais são: proteção (*hedge*), alavancagem, especulação e arbitragem.

- a) **Hedge:** objetiva proteger o participante do mercado físico de um bem ou ativo contra variações adversas de taxas, moedas ou preços.
- b) **Alavancagem:** os derivativos têm grande poder de alavancagem, já que a negociação com esses instrumentos exige menos capital do que a compra do ativo a vista. Assim, ao adicionar posições de derivativos a seus investimentos, o investidor pode aumentar a rentabilidade total deles a um custo menor.
- c) **Especulação:** é o mesmo que tomar uma posição no mercado futuro ou de opções sem uma posição correspondente no mercado a vista. Nesse caso, o objetivo é operar a tendência de preços do mercado.
- d) **Arbitragem:** significa tirar proveito da diferença de preços de um mesmo produto negociado em mercados diferentes. O objetivo é aproveitar as discrepâncias no processo de formação de preços dos diversos ativos e mercadorias e entre vencimentos. (BOVESPA, 2009)

2.3. TIPOS DE MERCADOS

A literatura que aborda os tipos de mercados de derivativos é específica e especializada, considerando tratar-se de segmento de mercado dinâmico e evoluído. A literatura mostra que os instrumentos financeiros que têm seus preços derivados do preço de mercado de um bem ou de outro instrumento financeiro, apresentam as principais características de mercado: mercado a termo e mercado futuro (BM&F BOVESPA,2009)

2.3.1 Mercado a Termo

1) Negócio com ativos, títulos e valores mobiliários que se liquida a um tempo certo de vista, normalmente 30, 60 ou 90 dias depois.

2) compreende as operações de compra e venda realizadas em pregão, relativas a contratos autorizados pela BM&F, para liquidação no final do prazo estabelecido nos contratos ou, antecipadamente, por solicitação do cliente comprador. (BM&F BOVESPA,2009)

2.3.2 Mercado Futuro

Segmento de mercado que compreende as operações de compra e venda realizadas em pregão, de contratos autorizados pela bolsa de futuros, para quitação em data futura pré-fixada. Nele são realizadas operações envolvendo lotes padronizados de *commodities* ou ativos financeiros. (BM&F BOVESPA,2009)

Os participantes realizam operações com cotações futuras destes ativos como hedgers, arbitradores ou especuladores, cujos conceitos foram descritos anteriormente.

Diferenças entre mercado a termo e mercado futuro	
Mercado a termo	Mercado futuro
Pode ser negociado mediante um contrato particular	Precisa ser negociado em bolsa de futuros
Não precisa ser um contrato padronizado	Precisa ser um contrato padronizado
Tem uma data de entrega fixada no contrato	É negociado com diferentes datas de entrega
Diferenças de preço são ajustadas no vencimento	Diferenças de preço são ajustadas diariamente

Fig 1: DIFERENÇAS ENTRE MERCADO A TERMO E MERCADO FUTURO.

Fonte: BM&F BOVESPA

2.4 OPÇÃO

Instrumento financeiro que confere a seu titular o direito de comprar ou vender um ativo-objeto a um preço determinado. Para o lançador da opção, ao direito do titular se opõe uma obrigação futura, caso esse direito seja exercido pelo titular. (BM&F BOVESPA)

Em termos de preço, as opções apresentam as seguintes características:

a) opção dentro do preço (*in-the-money option*): opção cujo exercício representa um fluxo de caixa positivo para seu titular.

b) opção fora do preço (*out-of-the-money option*): opção cujo exercício representa um fluxo de caixa negativo para seu titular.

c) opção no preço (*at-the-money option*): opção cujo exercício representa um fluxo de caixa neutro para seu titular

2.5 SWAP

1- Contrato de troca de pagamentos periódicos com uma contraparte, como a troca de pagamentos de rendimentos pré-fixados por pagamentos de rendimentos pós-fixados;

2- Troca de um valor mobiliário por outro com o propósito de melhorar o rendimento, mudar os vencimentos ou mudar o risco de crédito. (BM&F BOVESPA, 2009)

As operações de *swap* constituem o instrumento mais eficaz para proteção contra flutuação indesejada de taxas, pela possibilidade, em um só contrato, de realizar o *hedge* de duas posições, cada uma com um indexador diferente. Os principais fatores que dão origem ao *swap* são:

a) descasamento entre ativo e passivo dos contratantes, ocasionando algum tipo de risco;

b) descasamento nos dias de vencimentos de obrigações a pagar.

Os tipos mais comuns de *swap* são:

i) *swap* de vencimento;

ii) *swap* de taxa;

iii) *swap* de qualidade (quando se buscam garantias mais eficazes).

A operação pode ainda ser estimulada por variações nos impostos incidentes sobre a obrigação, gerando vantagens fiscais ou perdas dedutíveis pela mudança de posição. (BM&F BOVESPA)

A modalidade mais comum de *swap* é chamada *plain vanilla*, que é a troca de uma taxa pré-fixada por uma taxa flutuante, e vice-versa. (BM&F BOVESPA, 2009)

Operações com *swap* são utilizadas nos mercados de ouro ativo financeiro, taxas de câmbio, taxas de juros, ações, mercadorias e índices de preços e de ações, além de opções não padronizadas referenciadas em debêntures simples ou conversíveis em ações, em notas promissórias e em ações de companhias abertas. (BM&F BOVESPA)

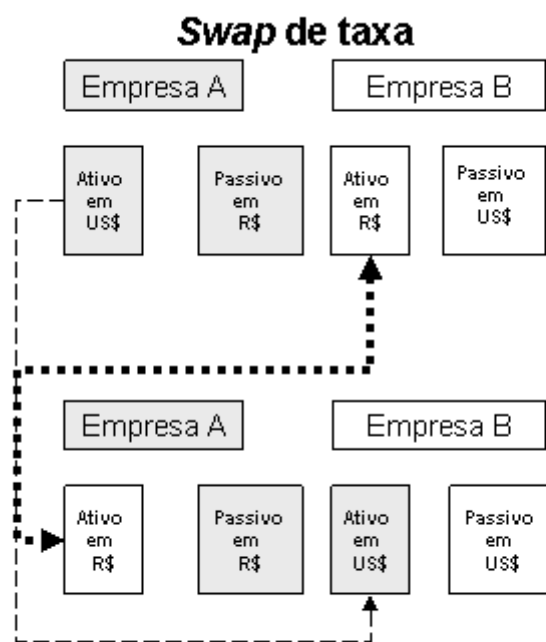


Fig 2: SWAP DE TAXA

Fonte: BM&F BOVESPA

3. METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa que fundamenta o presente estudo é caracterizada como descritiva, considerando que tratar-se de estudo analítico e descrito. A obtenção dos objetivos foi possível mediante a adoção de pesquisas indiretas, tais como pesquisa bibliográfica, documental e relatórios de gestão de mercados de derivativos de *commodities* operacionalizados por empresas que atuam no Rio Grande do Norte.

O caráter descritivo da pesquisa resulta dos objetivos, que consistem em descrever e analisar os derivativos do tempo como uma ferramenta mais eficiente e barata de proteção contra os riscos de variações climáticas e que orientem a gestão financeira das empresas que atuam no mercado de derivativos no Rio Grande do Norte, Nordeste e Brasil.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

O mercado de derivativos constitui um dinâmico e diversificado mercado do capitalismo contemporâneo, no qual compradores e vendedores negociam títulos, cujos valores dependem (ou derivam) de outros ativos e/ou variáveis. Os derivativos são instrumentos financeiros que têm seus preços derivados do preço de mercado de um bem ou de outro instrumento financeiro.

O mercado de derivativos climáticos, por sua vez, é um segmento específico do mercado de derivativos e que estão relacionados a produtos fortemente influenciados pelo clima. No Brasil esse mercado é ainda é incipiente. Uma das barreiras que atrapalham o aumento da liquidez no mercado e a incerteza que está por trás da precificação é a falta de conhecimento por vários setores dos campos de aplicação potenciais desses derivativos.

Com o objetivo de analisar os derivativos do tempo como uma ferramenta mais eficiente e barata de proteção contra os riscos de variações climáticas, o presente estudo descreve as principais abordagens de modelagem de precificação de derivativos do tempo e que orientam novas possibilidades de investimento na região Nordeste do Brasil.

4.1 A CRISE DO CAPITALISMO FINANCEIRO

O Capitalismo financeiro foi aquele que aconteceu entre o final do século XIX até a crise de 1929 (é diretamente ligado com o forte crescimento econômico que se registrava neste período de plena expansão da Revolução Industrial). (Wikipedia,2009)

Foi o resultado da revolução de transportes (em especial a máquina a vapor) que originou profundas alterações na vida econômica (inovações tecnológicas, alargamento dos mercados, dentre outros) e exigiu muitos investimentos que só estavam ao alcance de grandes empresas; Com todo esse contexto, elas sentiram necessidade de se expandirem investindo em máquinas e instalações e recorrendo a processos de concentração empresarial. Era "financeiro" pois os bancos participavam ativamente na atividade econômica (emprestando dinheiro às empresas ou investindo diretamente), e era também intervencionista, já que o Estado intervinha para restringir o poder dos monopólios. Pode se resumir como a época em que o grande comércio/grande indústria é controlado pelo poder econômico dos bancos e de outras instituições financeiras. (Wikipedia,2009)

4.2 ANALISE E COMPARAÇÃO - CRISE FINANCEIRA ATUAL

Estamos hoje imersos na crise provocada pela "bolha" financeira dos EUA. Ela repercute no mundo todo porque o dólar estadunidense é a moeda padrão para a economia e o comércio mundial. Ninguém duvida da sua gravidade; o que se discute hoje é o caminho a tomar para se sair dela. Isso implica tanto um diagnóstico correto quanto uma opção ideológica - as idéias-força que impulsionam a ação coletiva. As perguntas-chave são:

(i) esta é mais uma crise característica do sistema capitalista, ou se estamos diante do esgotamento de sua capacidade de produzir e distribuir riqueza?

(ii) trata-se de corrigir os excessos do capitalismo, ou de lançar as bases de um sistema alternativo?

É evidente que não há análise de conjuntura neutra. O economista Delfim Netto, por exemplo, embora reconheça a gravidade da atual crise, vê nela - como nas outras 46 crises registradas desde 1790 - o mérito de forçar os agentes do sistema capitalista de mercado a corrigirem seus erros e exageros, sob pena de serem substituídos por agentes mais criativos. Segundo seu pensamento, foi a organização social e econômica do mercado que "nos últimos 150 anos trouxe os homens da Idade da Pedra à Idade da Informática. Eles não a inventaram. Ela é produto de uma espécie de seleção natural produzida pelo próprio desenrolar histórico. Foi sendo descoberta pelo homem desde que saiu da África, há 200 mil anos, e foi pensada criticamente pelos gregos há pelo menos 2,5 mil anos". Sendo conatural ao ser humano, o sistema de mercado não admite alternativa viável. "Todas as formas alternativas gestadas até agora por cérebros peregrinos, e executadas por fanáticos psicopatas aos quais a sociedade descontente entregou em desespero e descuidadamente o poder, terminaram em tragédia. E as que estão por aí infestando a infeliz América Latina, onde a psicopatia é acentuada pela ignorância, não serão exceção à regra: são apenas pontos fora da curva do processo civilizatório".

Nossa perspectiva sociológica, ao contrário, vê no sistema capitalista de mercado um produto da história humana. Esboçado nas cidades do norte da Itália desde o século XIII, estruturou-se no "longo" século XVI, provocou a "revolução industrial" no século XVIII e consolidou-se por meio das revoluções política e cultural do século XIX. No século XX atingiu a maturidade, ao mundializar-se pelo processo de globalização. A pergunta, agora, é se ele sobreviverá ao século XXI. Ao longo do tempo, não só assumiu diferentes formas - mercantilista, liberal, imperialista-colonial, de bem-estar social e neoliberal - como transferiu

seus pólos (das cidades italianas para Amsterdã, dali para Londres e depois Nova York). Todas essas mudanças foram acompanhadas de graves crises, em geral resolvidas por meio de guerras.

O que torna a atual crise financeira especialmente preocupante é menos o montante das perdas financeiras e a inevitável recessão, agora em escala mundial, do que sua conjunção com duas outras crises: de energia e de aquecimento global. Isso não significa que o abalo financeiro não seja grave. Ao contrário, "o descolamento dos ganhos financeiros em relação ao sistema produtivo pode ser identificada na comparação do PIB com a quantidade de recursos aplicados em derivativos". Enquanto o PIB mundial alcançou quase US\$ 55 trilhões, em 2007, o volume dos direitos negociados no sistema financeiro mundial chegou a quase US\$ 600 trilhões. O mesmo indicador do valor (a moeda expressa em US\$) aplica-se a duas realidades muito diferentes: o volume de bens e serviços efetivamente produzidos, e a compra e venda de direitos que são repassados sem que nenhum bem tenha sido produzido (por isso, chamados de derivativos).

Para quem negocia, o importante é auferir o lucro monetário, pouco importando se o objeto da negociação é real ou virtual. Pode-se ganhar dinheiro pelo trabalho ou no jogo de azar, mas há uma diferença: o cassino não produz riqueza. Dado que até pouco antes da crise quem aplicasse seu dinheiro em derivativos obtinha mais lucro do que na produção de riqueza, muitas empresas aplicaram suas reservas no mercado financeiro. Auferiram assim lucros fabulosos - principalmente os bancos, que são os intermediários dessas aplicações. No momento, porém, em que esses títulos perdem sua capacidade de se converter em dinheiro, sobrevém a crise financeira. São trilhões de dólares que correm o risco de virarem pó. Isso pode representar a falência de muitas empresas e, conseqüentemente, desemprego em massa. A ameaça de falência da *General Motors* é emblemática, por ser uma empresa-símbolo do capitalismo moderno - "o que é bom para a GM é bom para os EUA, e vice-versa".

Foi para evitar essa catástrofe financeira que os Bancos Centrais dos países ricos intervieram, aportando dinheiro para se liquidarem os negócios e assim segurarem um mínimo de credibilidade sem a qual desmorona toda a economia monetária (pois o dinheiro só tem valor enquanto se acredita em seu poder de comprar bens ou serviços). Neste sentido, é uma medida de emergência, que alivia tensões e permite que se busque outra saída que não seja a guerra. Mas essa medida precisa ser criteriosa para que os jogadores irresponsáveis não sejam reembolsados às custas de quem trabalha, e deve ser acompanhada de uma nova regulação do sistema de mercado. Uma possibilidade é retomar a proposta feita em 1972 pelo prêmio Nobel Tobin, de impor uma taxa de 0,1% a todas as transações financeiras, de modo a reduzir

drasticamente os ganhos especulativos (grandes somas aplicadas em curto ou curtíssimo prazos) sem por isso onerar substancialmente os investimentos produtivos. Ou seja, há meios para que seja superada a crise financeira, mas eles exigem sacrifícios. O que se discute, portanto, é sobre quem recairão esses sacrifícios...

O que não tem sido trazido à baila, é o que a teoria econômica liberal classifica como "externalidades": os efeitos não-econômicos dos processos econômicos regidos pela lógica do lucro capitalista. Por não incluir em seus cálculos de custo externalidades como produção de lixo, desperdício de matérias-primas e energia, destruição da biodiversidade, degradação dos solos e das águas, doenças, exclusão social e revolta dos oprimidos, o capitalismo conseguiu produzir uma enorme quantidade de riqueza. O problema, agora, é que, a se manter a mesma lógica econômica, as externalidades se voltarão contra o sistema e impedirão seu funcionamento. Os graves problemas ambientais, energéticos e humanos (como a violência e a miséria) estão hoje a apontar que o sistema capitalista de mercado está prestes a esgotar sua capacidade de produzir riqueza.

Falando para a ONU, no "Painel sobre a crise financeira", F. Houtart afirma que é preciso mudar a própria lógica econômica e "privilegiar o valor de uso sobre o valor de troca, o que significa outra definição da economia: não mais a produção de um valor agregado, fonte de acumulação privada, mas a atividade que assegura as bases da vida material, cultural e espiritual dos seres humanos através do mundo". A partir desse momento, o mercado servirá de regulador entre a oferta e a procura, em vez gerar lucro para quem tem dinheiro. Serão combatidos o desperdício de matérias primas e energia, e a destruição da biodiversidade e da atmosfera, e serão contabilizadas e consideradas as externalidades ecológicas e sociais. Isto porque, continua o velho mestre, "privilegiar o valor de uso provoca a não mercantilização dos elementos indispensáveis à vida - sementes, água, saúde, educação -; o restabelecimento dos serviços públicos; a abolição dos paraísos fiscais e do sigilo bancário; a anulação das dívidas odiosas dos Estados do Sul; o estabelecimento de alianças regionais sobre a base de complementaridade e de solidariedade; a criação de moedas regionais; bem como outras medidas em favor da multipolaridade. A crise financeira constitui a ocasião única de pôr estas medidas em aplicação".

Houtart termina sua fala indicando quem será portador deste projeto: "o novo ator histórico, portador dos projetos alternativos, é hoje plural. São os trabalhadores, os camponeses sem terra, os povos indígenas, as mulheres primeiras vítimas das privatizações, os pobres das cidades, os militantes ecologistas, os migrantes, os intelectuais ligados aos movimentos sociais. A sua consciência de ator coletivo começa a emergir. A convergência

das suas organizações está apenas no seu começo e ainda carece frequentemente de ligações políticas. Certos Estados, notadamente na América Latina, já têm criado condições para as alternativas se realizarem. A duração e a intensidade das lutas destes atores sociais dependerá da rigidez do sistema existente e da intransigência dos seus protagonistas".

Neste momento, ganha enorme importância o próximo Fórum Social Mundial, a realizar-se em Belém do Pará, de 27 a 31 de janeiro do próximo ano. Por ser um espaço privilegiado de reflexão, debates e troca de experiências sobre os caminhos para "um outro mundo possível", o próximo FSM poderá marcar uma virada histórica. Ele tem anunciado que "outro mundo é possível", mas só conseguiu demonstrar essa possibilidade em casos espacialmente delimitados. Seu desafio, agora, é elaborar projetos de âmbito realmente global, coerentes com a nova consciência planetária que se difunde pelo mundo.

Se esta análise está correta, as medidas tomadas pelo governo Lula estão na direção contrária à busca de "outro mundo possível". O Banco Central não só manteve a elevada taxa de juros - que retira dinheiro da economia real para alimentar o jogo financeiro dos rentistas improdutivos - como o Brasil tomou junto ao FMI um empréstimo de US\$30 bilhões para assegurar que os ganhos financeiros aqui realizados retornem ao exterior. O "pacote" de medidas do governo para dar liquidez à economia é um paliativo incapaz de estancar a especulação financeira e a fuga de divisas. A política macroeconômica de H. Meirelles segue igual ao que era antes da crise: ignora o fracasso da auto-regulação do mercado e continua apostando no futuro do sistema de mercado regido pela lógica do lucro e pelo produtivismo. A obsessão por realizar superávits primários (eufemismo que serve para camuflar o déficit fiscal provocado pelo serviço da dívida) continuará sangrando o Tesouro Nacional, que repassa a conta para quem de fato produz e paga impostos.

Além disso, o Presidente continua dando força ao agronegócio e à mineração, sem atentar para os danos que causam ao meio-ambiente. Tudo se passa como se o aumento da produção para a exportação fosse uma solução e não um paliativo que adia a crise econômica mas antecipa a crise ecológica - que é muito mais grave e que prejudicará mais os pobres do que os ricos. Também sua política industrial vai ao sentido de favorecer a indústria automobilística - que continua produzindo carros de passeio como se eles tivessem aonde trafegar nas grandes cidades. Fazendo de conta que a crise é apenas financeira e que o capitalismo encontrará uma solução tecnológica para os problemas de energia e de meio-ambiente, Lula entregará a seu sucessor ou sucessora um país em situação tão precária quanto a que recebeu - com o agravante de um contexto mundial em recessão e não em crescimento, como teve em seus dois mandatos até dois meses atrás.

4.3 CRISE ATUAL (2007 – 2009)

A economia americana encontra-se em recessão desde dezembro de 2007, segundo o Nber (Escritório Nacional de Pesquisa Econômica, na sigla em inglês). Em mais de um ano de crise, a economia americana recebeu um pacote de US\$ 700 bilhões no ano passado e a atual administração, do presidente Barak Obama, já conseguiu aprovação dos deputados em Washington para mais um, de US\$ 819 bilhões. A situação em que o país se encontra, com queda do PIB (Produto Interno Bruto) e números do mercado de trabalho típicos de períodos de recessão, tem suas raízes no mercado imobiliário norte-americano.



Fig 3: COMO COMEÇOU A CRISE

FONTE: Folha de São Paulo

Em março de 2001, o Nber avaliou que a economia americana havia entrado em recessão, na esteira do estouro da bolha das empresas "pontocom". O Federal Reserve (Fed, o BC americano) iniciou uma sequência de cortes de juros que levou a taxa a 1% ao ano em

junho de 2003 (e na qual permaneceu até junho de 2004). Com juros baixos, a economia recebeu o impulso que precisava para sair da recessão. Um ano de juros baixos foi o suficiente para estimular o mercado imobiliário americano, além de elevar o consumo e a circulação de crédito de modo geral. Em 2005, o "boom" no mercado imobiliário já estava avançado.

Com juros baixos, as companhias hipotecárias passaram a explorar o segmento de clientes "subprime" --que contém um risco maior que o de clientes com classificação melhor de crédito, mas compensado por taxas de retorno mais altas.

Os papéis de dívidas hipotecárias atraíram gestores de fundos e bancos. Essas instituições compraram esses títulos hipotecários "subprime" e permitiram que uma nova quantia em dinheiro fosse emprestada, antes mesmo do primeiro empréstimo ser pago. Um outro gestor, interessado no alto retorno envolvido com esse tipo de papel, comprou o título adquirido pelo primeiro, e assim por diante, gerou uma cadeia de venda de títulos.

a) DECLÍNIO

Em 2006, o mercado imobiliário já dava sinais de saturação, com preços e estoques altos de casas, ao lado de uma taxa de juros que vinha subindo desde junho de 2004, chegando a 5,25%. Com os juros mais altos, as correções nos contratos de hipotecas dificultaram os pagamentos de prestações, e a consequência foi o aumento da inadimplência.

Como no início dos empréstimos o índice de inadimplência era baixo, os empréstimos hipotecários "subprime" pareciam um ótimo negócio, pois traziam alta rentabilidade com um risco que parecia menor do que realmente tinha.

Com isso, as instituições financeiras, que compraram os títulos hipotecários "subprime" e os revenderam sob a forma de derivativos, também começaram a ter problemas. Se a ponta (o tomador) não consegue pagar sua dívida inicial, ele dá início a um ciclo de não-recebimento por parte dos compradores dos títulos. O resultado: todo o mercado passa a ter medo de emprestar e comprar os "subprime", o que termina por gerar uma crise de liquidez (retração de crédito).

Derivativos são papéis que tem seu valor derivado de outros ativos com a finalidade de assumir, limitar ou transferir riscos. São instrumentos financeiros considerados de risco, uma vez que a avaliação de seus valores e das consequências de seu uso generalizado é muito complexa em um mercado financeiro cada vez mais globalizado.

Em 2007, o setor financeiro sofreu o primeiro golpe, quando o aumento da inadimplência nas hipotecas "subprime" aumentou o risco embutido nos derivativos

lastreados nesses papéis de dívida. O banco francês *BNP Paribas Investment Partners* -- divisão do banco francês *BNP Paribas*-- congelou, em agosto daquele ano, resgates em três fundos, alegando dificuldades de avaliar os valores dos investimentos ligados a essas hipotecas de risco.

b) QUEBRAS E PREJUÍZOS

Com esse primeiro sinal de problemas, a reação foi a mesma de todas as crises que envolvem o mercado financeiro: pânico. Primeiro foram algumas gigantes do setor hipotecário, como a *AHM (American Home Mortgage)*: uma das 10 maiores empresas do setor de crédito imobiliário e hipotecas dos EUA, a empresa teve de pedir concordata. A *Countrywide Financial*, outra gigante do setor, teve de ser comprada pelo *Bank of America*.

Das empresas hipotecárias, a crise passou para os bancos. O marco inicial da onda de pânico que conduziu a esses resultados foi a quebra do *Lehman Brothers*, em setembro do ano passado.

Pode-se dizer que a quebra do *Lehman* é o marco para o agravamento da crise, pois desde então alguns dos principais grupos financeiros --não só dos EUA, mas do mundo todo-- que já vinham sentindo os abalos da crise entraram em um ritmo acelerado de perdas. Vários bancos, entre eles os gigantes *Citigroup*, *Bank of America*, *Wells Fargo* e *AIG*, tiveram que receber recursos do governo americano, enquanto outros, como o *Wachovia* e o *Bear Stearns*, foram comprados antes que quebrassem.

c) CONSEQUÊNCIAS

A crise provocada pelo problema que começou no mercado imobiliário e que se infiltrou no sistema financeiro acabou por se espalhar para todos os setores da economia, como reconheceu a chefe do Conselho de Consultores Econômicos da Casa Branca, Christina Romer, no mesmo dia que o Departamento do Comércio informou que o PIB americano caiu 3,8% no quarto trimestre. Foi o pior desempenho trimestral desde o período de janeiro a março de 1982, quando a economia caiu mais de 6% --à época, como agora, o país estava em uma recessão.

A crise, e o risco para o sistema bancário que ela representava, levou o governo americano a propor um pacote de US\$ 700 bilhões --aprovado em outubro do ano passado. O pacote iria ajudar os bancos com balanços comprometidos pelo peso dos derivativos

lastreados nas hipotecas "subprime", mas acabou tendo seu alcance ampliado para ajudar bancos mais saudáveis, empresas mais ligadas ao crédito ao consumidor e até as montadoras do país.

O setor automobilístico vive uma situação problemática que tem na crise de crédito resultante dos problemas com hipotecas "subprime" como uma das consequências. A General Motors e a Chrysler, com quedas nas vendas devido às dificuldades dos compradores em obter financiamento, precisaram de ajuda do governo para fechar suas contas. Mas, mesmo assim, a Chrysler pedir proteção da Justiça dentro do "Capítulo 11" da Lei de Falências americana --o equivalente à concordata (ou recuperação judicial, no Brasil). O mesmo deve ocorrer com a GM.

O mercado de trabalho também sofre uma contração, nos EUA e além, causada pela crise de crédito originada nos problemas do mercado imobiliário. A taxa de desemprego nos EUA fechou 2008 em 7,2%. Em abril, esse índice já subiu para 8,9%.

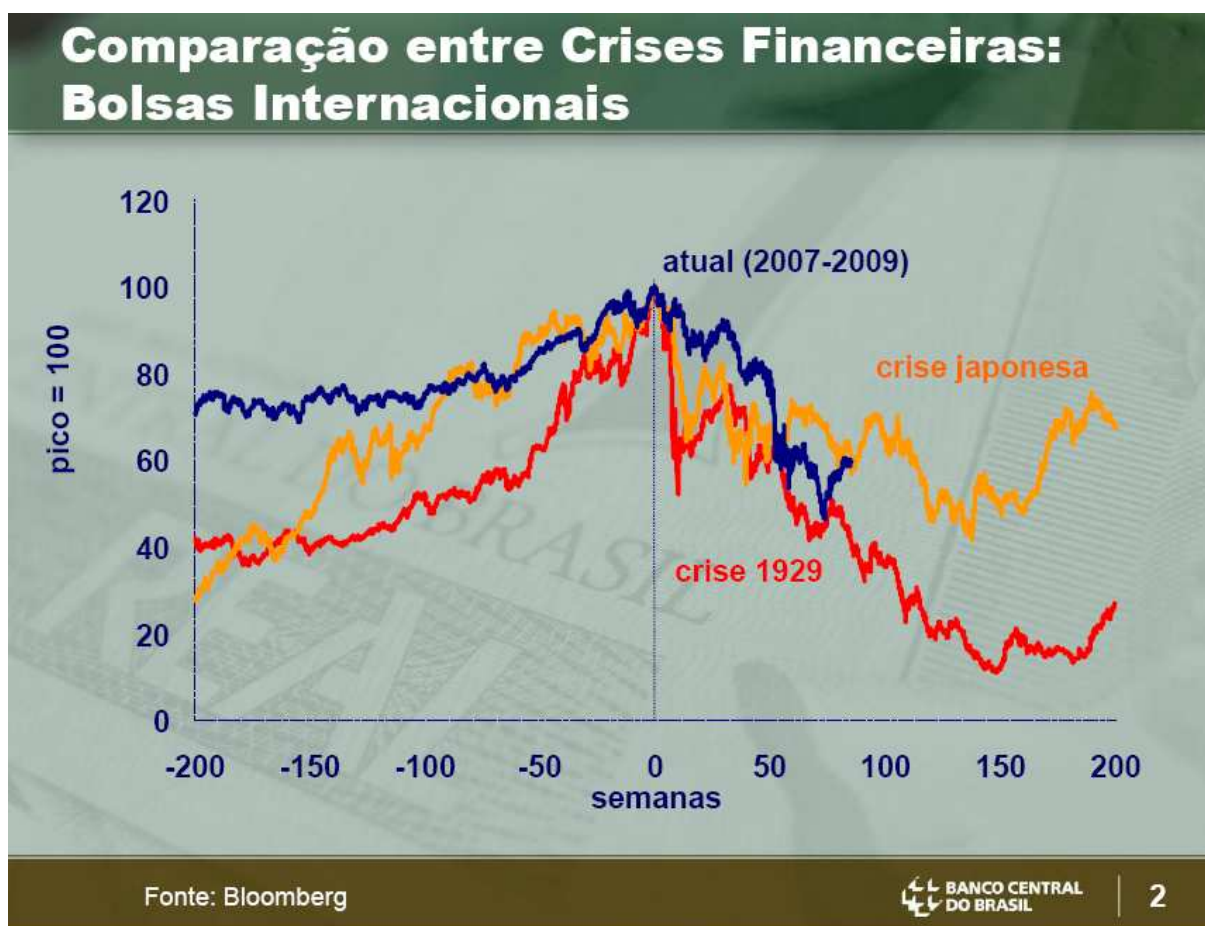


Fig 4: COMPARAÇÃO ENTRE CRISE FINANCEIRA: BOLSAS INTERNACIONAIS
FONTE: BANCO CENTRAL DO BRASIL

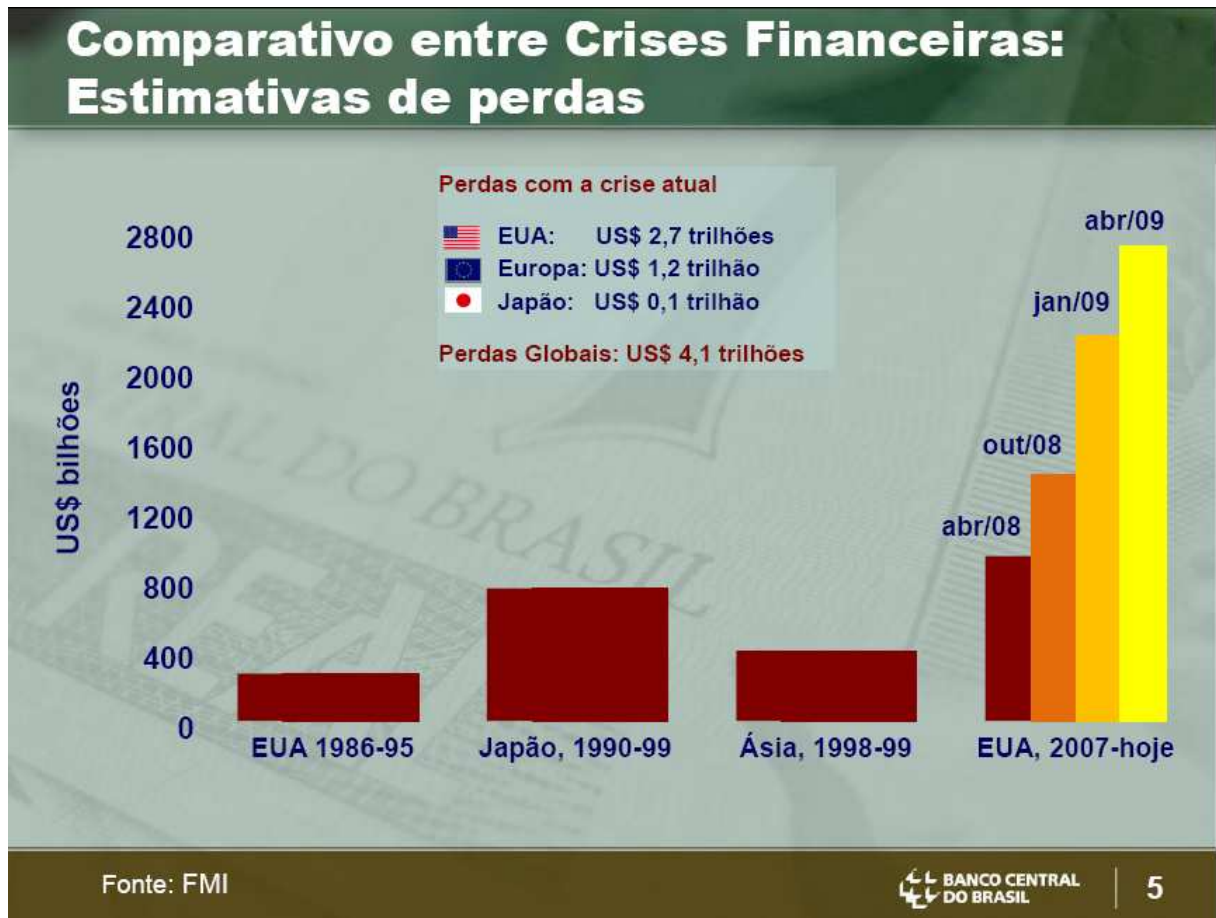


FIG 5 : COMPARATIVO ENTRE CRISES FINANCEIRAS: ESTIMATIVAS DE PERDAS

FONTE: BANCO CENTRAL DO BRASIL

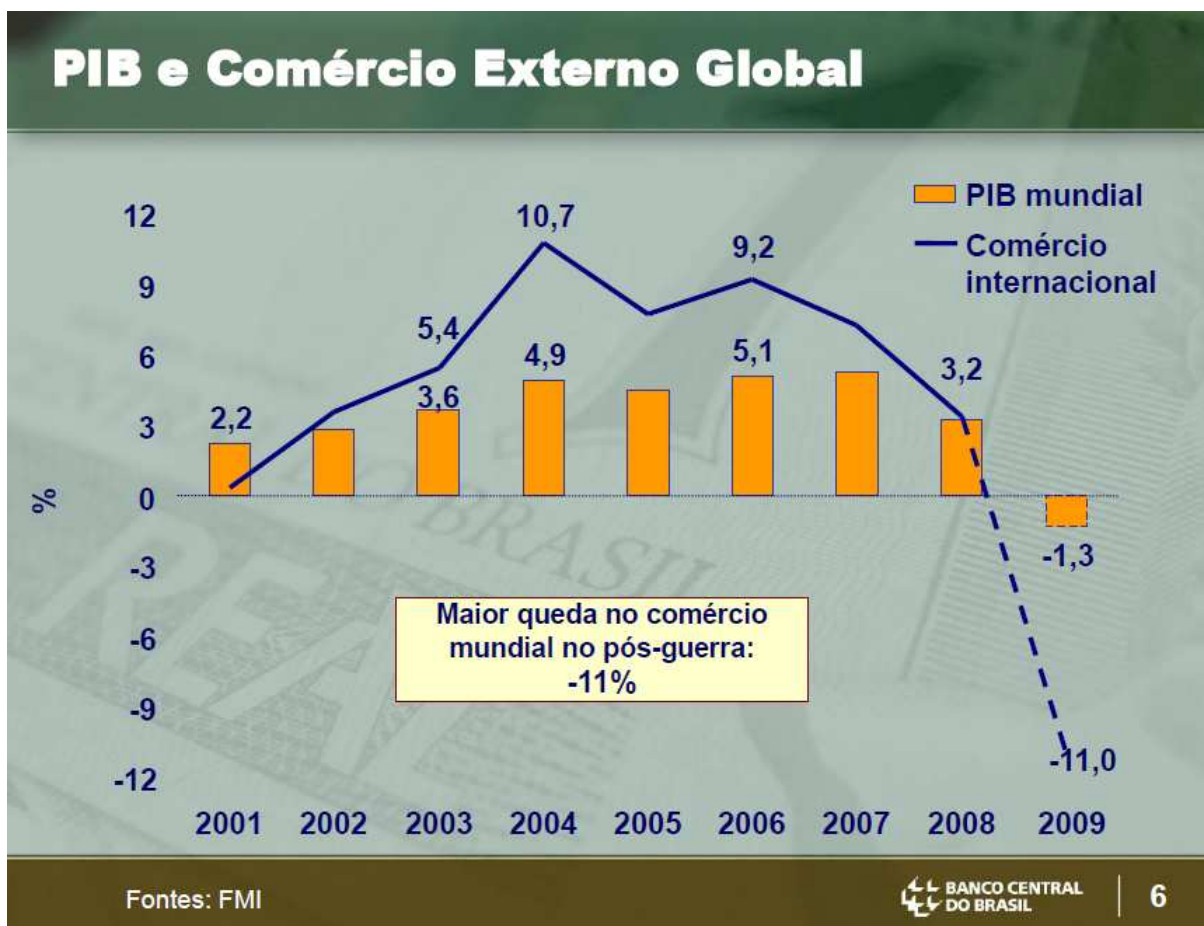


FIG 6 : PIB E COMÉRCIO EXTERNO GLOBAL

FONTE: BANCO CENTRAL DO BRASIL

4.4 DERIVATIVO DE CLIMA – INSTRUMENTO FINANCEIRO CONTRA RISCOS

A função básica do derivativo do tempo é minimizar o risco de perda em lavouras, por exemplo, em uma temporada de seca que prejudica a colheita da safra. O derivativo do tempo funciona como uma opção. O vendedor do derivativo assumirá o risco da operação em troca de um prêmio, ou seja, caso a provisão de tempo seja benéfica para a lavoura, o vendedor do derivativo terá lucrado com o dinheiro ganho no prêmio, pago pela companhia compradora do derivativo. Neste caso, a companhia que quis cobrar (*hedgear*) a operação não usufrui da sua opção de compra. Se o clima tivesse sido desfavorável para a colheita a companhia teria exercido a opção e o vendedor, que assumiu o maior risco da operação em troca do prêmio, pagaria a quantia especulada na opção e assumiria o prejuízo do derivativo. (LOLLATO, 2008)

Há uma forte, mas complexa, relação entre o desempenho da maioria das companhias e o desempenho do clima. Em geral, cada companhia, por conta própria, tem que avaliar quais

os fatores e até que limites vão os seus lucros. Isso se aplica, do mesmo jeito, sobre fatores climáticos. Segundo Mandelbrot (1983), há que ser muito claro se realmente a companhia depende dos fatores climáticos, o que ocorre na maioria dos casos. Para isso, a companhia deve se questionar, por exemplo, qual evento do clima é decisivo, qual e a intensidade da influência e como ele pode abrir exposição do risco do tempo pra *hedgear*. Esse tipo de *hedging* é vantajoso, mas a companhia tem um valor a pagar pra transferir parte de seu risco. Primeiramente, renda e custo ficam mais estáveis; por conseguinte, observa-se que se reduz a probabilidade de prejuízo e a companhia não precisa de reserva de capital como anteriormente, podendo, assim, usar esse “lucro” capital para outros investimentos mais rentáveis.

Já existem algumas ferramentas contra risco do tempo no mercado. A ideia mais conhecida é o uso de seguro de clima (*weather insurance policy*). Geralmente são contratos negociados individualmente entre vendedor de risco e seguro. O seguro, à sua vez, só pode vender este risco ou diminuir seu risco comprado, repassando para outro seguro. É difícil achar outro risco que seja relativamente vantajoso ao risco que ele já comprou, para que possa, então, *hedgear* o próprio risco. Porém, o seguro exige prêmios mais altos quando compra apenas um risco.

Problemas relacionados aos seguros (respectivamente o conceito de proteção como seguro) levam à questão de maior flexibilidade e ferramentas mais baratas de *hedging*. Devido a essa necessidade, pode-se perceber a crescente importância, e, até mesmo, popularidade, dos derivativos do tempo nos últimos anos.

Derivativos são ferramentas de investimento derivados de um *underlying* (ativo de base ou ativo subjacente). Um derivativo não existe sem o *underlying* e o valor dele é determinado por um *underlying*. Uma opção de ação é um exemplo de derivativo da ação e o valor dele depende do valor da mesma ação, quanto mais cara é ação, mais cara é opção. Sem o valor do *underlying*, o valor da opção não tem sentido (I. Nelken – 2001).

Analogicamente, o derivativo do tempo é um instrumento financeiro que depende dos eventos climáticos. Normalmente essa relação não é direta; porém, entre um derivativo e um índice, o valor desse índice depende do clima.

Derivativo de tempo é um conceito relativamente novo. Os primeiros contratos desse tipo foram feitos no ano 1997. O volume total estimado era de 500 milhões de dólares. A primeira bolsa do derivativo do tempo é o “Chicago Mercantil Exchange (CME)”, que estabeleceu o índice de clima baseado nos climas de 11 cidades norte Americanas. Atualmente, os maiores negociadores são companhias de energia, depois são companhias de

seguro. Os diferentes tipos de derivativos como *swap*, *opção*, *caps*, *floor* e *collars* são negociados. Inicialmente, o mercado do derivativo do tempo se caracterizou por um crescimento rápido; mas, atualmente seu desenvolvimento está desacelerado. Segundo Mandelbrot (1983), a determinação do preço é considerada o maior problema no caso destes derivativos.

4.4.1 DETERMINAÇÃO DO PREÇO

Muitas companhias no mercado são expostas a Riscos Climáticos. Pra ser mais claro, pensando-se em termos de uma companhia de energia que fornece gás para os distribuidoras na Inglaterra. Se um mês de janeiro for mais quente que o normal, afetaria os lucros da empresa negativamente, devidos à redução em volume de venda do gás. É importante notar que isso é diferente dos *Riscos de Preço*, que também podem estar presentes. A companhia pode *hedgear* parcialmente o risco de volume negociando derivativos de tempo. Isso pode ser explicado da seguinte maneira: considerando-se que T_i , ‘temperatura no dia i ’ é uma média de máximo e mínimo de temperatura em Celsius naquele dia numa localidade (Aeroporto Heathrow de Londres na Inglaterra). O número diário de *Heating Degree* é $HDD_i = \max(18 - T_i, 0)$ e acumulado ‘*heating degree days*’ (HDDs) durante um mês (31 dias) período terminado na data t é $X_t = \sum_{i=0}^{30} HDD_{t-i}$. Contratos de balcão estão escritos com X_t como um ativo ‘*underlying*’. Esses podem ser swap, com pagamento no tempo T ser $A(k - XT)$, onde X é valor do ponto e k é número fixo do acumulado HDDs, ou eles podem ser opções com valor do exercício $A \max(XT - K, 0)$ do um ponto K . A questão é determinar qual será o valor desses contratos. Por exemplo, o nível do lado fixo k igual à swap de valor zero, ou o prêmio pago no tempo 0 para uma opção de compra (*Call*).

Desde que não haja um mercado líquido desses contratos, alguns estilos de preço podem não ser apropriados. A valorização geralmente é feita com uma base de valor do desconto esperado, onde desconta-se uma taxa livre de risco dentro das medidas físicas, que jogam de volta todo o peso sobre o problema da provisão do tempo. Esse método, até certo ponto, foi justificado num *paper* recente por Cao e Wei (2001), que analisaram o problema numa agente de equilíbrio representativo baseado num estudo clássico do Lucas (1978).

Essa análise está baseada sobre a ideia que os agentes no mercado de derivativo de tempo não são representativos, mas sofrem riscos muito específicos relacionados a fatores temporais nos seus negócios. A partir desse ponto de vista, faz sentido dizer que agentes vão

comprar ou vender derivativos do tempo se tal operação aumentar sua utilidade. Agora podemos aplicar a ‘formula do preço geral’ apresentado pela Davis (1998), que é uma aplicação da teoria geral de valorização baseado na regra do ótimo consumo e investimento.

Uma excelente exposição a essa teoria foi apresentada por Folder (2000). O objetivo deste trabalho é formular o problema da maneira mais simples, colocando ênfase na tratabilidade analítica (*analytic tractability*). Portanto, consideram-se HDDs acumulados e preço de commodities a *log-normal*.

4.4.2 – METODOLOGIA

Para a determinação dos preços de derivativos do tempo, vamos analisar alguns dados meteorológicos, a fim de investigar se uma distribuição *log-normal* para HDDs acumulados é realmente verdadeira.

4.4.3 FÓRMULAS DE PREÇO

Vamos modelar o acumulado HDDs (de um mês que termina no momento t) com um processo de *log-normal* X_t

$$dX_t = vX_t dt + yX_t dw_1(t) \quad (1)$$

Assim no tempo T ,

$$X_T = \exp(m(T) + yw_1(T)) \quad (2)$$

Onde

$$m(T) = \log X_0 + (v - \frac{1}{2} y^2) T \quad (3)$$

Para preços de um derivativo do tempo de maturação no momento T , o objeto principal de preocupação é simplesmente uma variável aleatória unidimensional X_t , e nosso pressuposto básico é que este é um *log-normal*, como indicado por (2).

Suponhamos que o volume de gás vendido por unidade de tempo é uma função $v(t) = v(X_t)$ e suponhamos que vão, pelo menos durante uma série: podemos considerar $v(.)$ a linear: $v(t) = \alpha X_t$. O lucro é, portanto $Y_t = \alpha X_t St$, a onde St é o preço do spot. Como é convencional, vamos supor que o preço a seja *log-normal*:

$$dSt = \mu St dt + \sigma St dw_2(t) \quad (4)$$

Nestas equações, w_1, w_2 são padrão movimento browniano com correlação $E[dw_1 dw_2] = \rho dt$. De (1) e (4), Y_t Satisfaz

$$dY_t = \theta Y_t dt + \xi Y_t dw(t) \quad (5)$$

com $Y_0 = \alpha S_0 X_0$, onde

$$\theta = v + \mu + \rho \sigma \gamma$$

e

$$\xi = \sqrt{\gamma^2 + \sigma^2 + 2\rho\gamma\sigma}.$$

O novo movimento Browniano é

$$dw = 1/\xi (\gamma dw_1 + \sigma dw_2)$$

Suponha que o derivativo do tempo de exercício tem valor $B(X_T)$ no momento T . Em (2) elaboramos uma formula de avaliação para um investidor, cujo objetivo geral é o de maximizar a utilidade esperada $E[U(H_T)]$ do valor da carteira dele H_T no momento T . Este Valor é

$$\hat{p} = \frac{E[U'(H_T^*)B(X_T)]}{V'(\eta)} \quad (6)$$

Onde H_T^* é uma carteira ótima de ativos negociáveis, com dotação inicial de η e $v(\eta) = E[U(H_T^*)]$.

No presente caso o nosso produtor não tem qualquer decisão de investimento: ele simplesmente produz até o nível de demanda atual e vende a preço de mercado.

Assim $H_T^* = Y_T$, o lucro no momento T . Vamos assumir que a utilidade é logarítmica, $U(y) = \log y$, então é fácil ver que $V(y) = \log y + \text{const.}$

Assim, $V'(y) = 1/y$ e a fórmula de preço (6) torna-se

$$\hat{p} = E \left[\frac{Y_0}{Y_T} B(X_T) \right] \quad (7)$$

Proposição 1. *Swap de taxa zero no momento 0 é*

$$\hat{k} = e^{(v - \gamma^2 - \rho\sigma\gamma)T} X_0. \quad (8)$$

O valor da opção (4), $B(x) = [x - K]^+$ e dado por

$$\hat{p} = BS(x_0, K, r, q, \gamma, T) \quad (9)$$

Black – scholes call-option fórmula, em que ‘taxa livre de risco’ r e ‘dividend yield’ q são dados por:

$$r = \mu + v - \gamma^2 - \sigma^2 - \rho\sigma\gamma, \quad (10)$$

$$q = \mu - \sigma^2 \quad (11)$$

Black – scholes call-option fórmula, em que ‘taxa livre de risco’ r e ‘dividend yield’ q são dados por:

$$r = \mu + v - \gamma^2 - \sigma^2 - \rho\sigma\gamma, \quad (10)$$

Prova. Definindo $Z_t = Y_0 / Y_t$ encontramos com (5) e fórmula

$$dZ_t = -rZ_t dt - \xi Z_t dW_t, \quad Z_0 = 1,$$

onde r é dada por (10), assim

$$\begin{aligned}\hat{p} &= E[e^{-rT} \exp(-\xi^2 T/2 - \xi w_T) B(X_T)] \\ &= \hat{E}[e^{-rT} B(X_T)]\end{aligned}\quad (12)$$

Onde $\hat{E}$ denota expectativa em relação à medida $\hat{P}$ definido por

$$\frac{d\hat{P}}{dP} = \exp(-\xi^2 T/2 - \xi w_T).$$

Lembre-se que X_t satisfaz (1). Nós achamos $E[dw dw_1] = p_1 dt$ onde $p_1 = (y + p\sigma) / \xi$ e $d\hat{w} = dw + \xi dt$ é movimento browniano em $\hat{P}$ pelo teorema Girsanov. Resultado, em $\hat{P}$ há movimento browniano $\hat{w}_1$ igual

$$dX_t = (v - p_1 y \xi) X_t dt + y X_t d\hat{w}_1(t). \quad (13)$$

Anotamos que ‘movimento’ é $v - p_1 y \xi = v - y^2 - p\sigma y = r - q$ com q definido por (11). Portanto, quando $B(X_t) = X_t - k$ temos $\hat{p} = e^{-qT} X_0 - e^{-rT} \kappa$, assim *swap* de custo zero é $\hat{k} = e^{(r-q)T} X_0$ é (8).

No caso de uma opção call, $B(X_t) = [X_t - K]^+$ e o resultado (9) decorre (12) e (13).

4.4.3.1 Comentários

- A taxa de *swap* k não é igual a medida física HDD $e^{vT} X_0$ mas é igual $e^{\tilde{r}T} X_0$ onde $\tilde{r} = v - y^2 - p\sigma y$ depende de HDD e da volatilidade das preços.
- Se o preço é constante ($\mu = \sigma = 0$) então ‘*dividend yield*’ q em (11) é zero e o preço da opção (9) é apenas não-dividendo do preço *Black-schole* com ‘taxa livre de risco’ $\tilde{r}$. Anote-se que q depende apenas dos parâmetros dos preços. Em geral μ, σ a taxa de desconto é $r = \tilde{r} + \mu - \sigma^2$. O efeito da volatilidade dos preços sobre o valor da opção é explorado no próximo ponto.
- As fórmulas dos preços não incluem a sensibilidade da procura α , por isso é desnecessário estimar esse parâmetro. Desde $Y_t = \alpha X_t S_t$, ajustando α é

equivalente a mudança unitária de processo de preço, St . A fórmula do preço é invariante sob tais mudanças, que depende somente de movimento e parâmetros de volatilidade do St .

- A taxa de juros livre de risco não é levada em consideração, tendo em vista a ausência de qualquer negociação envolvendo ativo livre de risco.

4.4.4 MODELAGEM HDD

A previsão do tempo é um vasto assunto. No entanto, algo simples que pode ser dito que fornece uma base adequada para, pelo menos, alguns problemas de preços de derivativos. O objetivo desta seção é demonstrar o suficiente para convencer que um modelo *log-normal* para HDDs acumulados não é de compreensível e elaborar métodos de estimação de parâmetros.

Os dados conjuntos consistem em temperaturas diárias (media de máxima e mínima) em *Birmingham*, Inglaterra pra um período de 11 anos de 1988 – 1998. Denotamos esta série por $\{T_i, i = 1, \dots, 4015\}$, enquanto $\{\bar{T}_i, i = 1, \dots, 4015\}$ denota a temperatura média de longo prazo.

Para cada i , $\bar{T}_i$ é obtida, tomando média das 11 temperaturas na data correspondente e montamos a serie de *moving-average*. Assim $\bar{T}_i$ serie é periódico. Figura I mostra os dois series de 1988.

Como anotamos o desvio $D_i = T_i - \bar{T}_i$ é precisamente modelado como uma auto-regressão de ordem inferior (AR):

$$D_i = \sum_{k=1}^n a_k D_{i-k} + b \epsilon_i, \quad (14)$$

Onde ϵ_i é uma seqüência de unidade independente de variância residual *Gaussian*. Aqui vamos nos restringir ao caso de primeira ordem $n = 1$.

As estimativas de mínimos quadrados $\hat{a}, \hat{b}$ do parâmetro a_1, b com base nos conjunto dos dados $\hat{a} = 0.70, \hat{b} = 1.99$.

Estas estimativas são bastante estáveis quando medidas somente por um período de três anos. As análises mais sofisticadas devem permitir a variabilidade sazonal dependente b , mas estamos emperrados num modelo parâmetro constantes.

A seqüência residual então é $\hat{\epsilon}_i = (D_i - \hat{a}D_{i-1})/\hat{b}$.

Os dez primeiros coeficientes de correlação estimados com base em dados de todos os resíduos estão na faixa de ± 0.045 , indicando que os resíduos são razoavelmente “brancos”.

O mais impressionante é a distribuição residual empírica, mostrada na Figura II juntamente com a densidade normal com a mesma média e variância.

O AR (14) com $n = 1$ and $|a_1| \leq 1$ converge para uma distribuição estável com media zero e desvio padrão $\Sigma = b/\sqrt{1 - a_1^2}$. O coeficiente de correlação de período é a_1^k . Desde 0, 715 = 0, 0047, vemos que os desvios da média em longo prazo a qualquer momento, mais de duas semanas à frente são, essencialmente, independentes do valor de hoje.

Assim, se quisermos estimar a distribuição de HDDs acumulada ao longo de um período de um mês a partir de qualquer momento, mais de duas semanas à frente podemos simular D_i a partir da distribuição estacionária e tomar a temperatura simulada como eu $T_i = T_i + D_i$.

A Figura 3 mostra a distribuição empírica e melhor ajuste *log-normal* para HDDs acumulados durante o mês de maio, cantam os parâmetros estimados $\hat{a}, \hat{b}$. Os resultados do ajuste são excelentes, e similares são obtidos para outros meses.

Na verdade, isso não é surpreendente: a temperatura média de maio é de cerca de 11 graus e com os parâmetros estimados $\sigma = 2.77$. Assim, a barreira de 18 graus é de 2,5 desvios-padrão distantes da média, de modo que o HDD acumulado está perto de ser normalmente distribuído. A distribuição *log-normal* com a mesma média e variância dá uma aproximação excelente para os valores da opção padrão, embora, o comportamento da extremidade seja radicalmente diferente.

4.4.5 EXPLICAÇÃO

Como exemplo, considere uma opção de compra sobre os HDDs acumulado de maio de 2001, escrita em 1 de Novembro de 2000, com $K = 560$. De nossas simulações, sabemos que a média e o desvio-padrão do acumulado de maio de HDDs são 577 e 35 respectivamente. A opção é, portanto, ‘*at the money*’

Referindo-se à representação (2), encontramos através do cálculo da média e variância que $\gamma = 8,82\%$ e $m(T) = 6,325$. Se considerarmos $X_0 = 560$, então isso implica $v = -013\%$. Para o processo de preço se $\mu = 0$, portanto, não há desvio no preço.

No entanto, como pode ser visto na figura 4, o valor da opção depende significativamente a volatilidade dos preços. Sob a medida $\hat{P}$, X_t tem direção $r - q = v + y^2 -$

$\rho\sigma y$, enquanto fator de desconto é $r = (r - q) + \mu - \sigma^2$. Se $\rho = 0$, a direção é independente de σ e a opção tem aumentos de valor com σ porque o fator de desconto é reduzido. Para $\rho > 0$ ambos a direção e fator de desconto são reduzidos com o aumento σ ; o efeito final é a redução dos valores de opção, exceto para ρ muito pequeno, como mostra o gráfico. Quando $\rho < 0$ os efeitos são na mesma direção: Menos de desconto e levar maior tração para aumentar o valor.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo descreve a metodologia de determinação simplificada de preços para o derivativo do tempo, em termos de valor econômico ao comprador, com base em modelos credíveis para HDD, e tendo em conta a variabilidade dos preços. Os resultados mostram em particular a determinação do preço considerando que, no mundo real, o valor descontando à taxa livre de risco é incorreta.

Várias questões fundamentais permanecem. Embora tendo o HDDXT na T tempo de exercício como *log-normal* pareça inofensivo, a modalização de todo o processo $(X_t)_{t \in [0, T]}$, tal como o movimento browniano geométrico, quando conveniente, é muito menos defensável e afeta a determinação dos preços. Pode-se ver o problema, observando que o momento de correspondência na equação (2) determina o parâmetro γ volatilidade, mas não a v deriva desde várias combinações de X_0 e v dar o mesmo valor de $m(T)$ (3). No exemplo da seção 4 toma-se X_0 como sendo o valor para frente, mas isso é até certo ponto, uma escolha arbitrária. Tendo outros valores em um intervalo razoável varia o preço da opção de cerca de $\pm 10\%$. De fato, o modelo (1) é simplesmente uma forma indireta de especificar a correlação entre o final HDD XT e o processo de preço (S_t) .

O estudo conclui que os derivativos climáticos constituem instrumentos financeiros que viabilizam novas possibilidades de investimento na região nordeste do Brasil. Constatase que o desenvolvimento do mercado de derivativos contribuiu para a atual evolução do capital financeiro e, ao mesmo tempo, para o dinamismo do mercado de agronegócios. Conclui-se ainda a necessidade de estudos que analisem os diversos aspectos presentes no mercado de derivativos de clima, pois o mesmo é capaz de promover novos avanços nos agronegócios, trazendo maior segurança financeira para o produtor rural e para as agroindústrias em termos de certeza de preço e fornecimento de agros produtos.

Essa nova modalidade de mercado é bem capaz de evitar os riscos de crises financeiras e dos alimentos, que é uma grande preocupação mundial do capitalismo contemporâneo. Com uma certeza do mercado, que é resultante desse novo tipo de mercado, cresce a viabilidade e atração dos grandes investimentos em agronegócio. Esses investimentos farão com que a demanda agregada seja ampliada, em função dos novos empregos gerados e da massa salarial

a ser incrementada na economia e transformada em consumo interno. Os investimentos resultarão, por fim, no crescimento da oferta interna e externa, ampliando-se a produção, a renda agregada, as exportações e o crescimento econômico do estado e da região.

REFERÊNCIAS

- BOVESPA. Disponível em: < <http://www.bovespa.com.br/Principal.asp> >. Acesso em set. 2009
- CAO, M; WEI, J. **Equilibrium valuation of weather derivatives**, 2001. Disponível em: <<http://www.utoronto.ca/>>. Acesso em 10 set. 2009
- CARABELLO, FELIX. **Introduction to Weather Derivatives**, Chicago Mercantile Exchange, Jun 2006.
- CHANCE, DON M. **A Chronology of Derivatives**, Derivative Quarterly, 1995
- CLIMA BRASILEIRO. Disponível em: <<http://www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/nordeste.htm>> . Acesso em set. 2009
- DUNCAN, T. E; HU, Y; DUNCAN, B. Pasik. **Stochastic calculus for fractional Brownian motion**, 2000.
- DERIVATIVOS. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/403086/Monografia-sobre-Derivativos>> Acesso em set. 2009
- DE OLIVEIRA, PEDRO A. RIBEIRO. **Carta Capital** , Oct, 2008.
- EMMERICH, CATHRIN VAN. **Climate Derivatives**, University of Wuppertal, Fev 2005
- GARCIANO, CLAUDIA GOMES. **Instrumentos financeiros: Derivativos**, Faculdade de Natal, 2008
- LOLLATO, CARLOS HENRIQUE. **Especulando com o Clima**, FYI – Informando e Discutindo Negócios, Ago 2008.
- MARK DEVIS. **Pricing weather derivatives by marginal value**, Department of mathematics, Imperial College London.
- MANDELBERT, B. B. **Fractal Geometry of Nature**. New York, Freeman, 1983.
- MORENO, M. **Rain risk**, London, 2000.

- WEATHER DERIVATIVES. Disponível em:
<www.weatherderivs.com/Papers/Rainfall.pdf>. Acesso em set. 2009