

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto COPPEAD de Administração

APREÇAMENTO DE DERIVATIVOS CLIMÁTICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE MODELOS ATUARIAIS

Mariana Donangelo

Orientador: Eduardo Facó Lemgruber, Ph.D.

Rio de Janeiro

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

APREÇAMENTO DE DERIVATIVOS CLIMÁTICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE MODELOS ATUARIAIS

Mariana Donangelo

Dissertação submetida ao corpo docente do Instituto COPPEAD de Administração, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre.

Aprovada por:

_____ - Presidente da Banca

Prof. Eduardo Facó Lemgruber, Ph.D. - Orientador
(COPPEAD/UFRJ)

Prof. André Luiz Carvalho da Silva, D.Sc.
(COPPEAD/UFRJ)

Prof. Ronaldo Goulart Bicalho, D.Sc.
(IE/UFRJ)

Rio de Janeiro

2008

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a André Carvalho e Ronaldo Bicalho, pelo interesse em meu trabalho e por cordialmente aceitarem participar da minha banca de avaliação.

Ao meu orientador, Eduardo Facó, pelo direcionamento que me foi dado no início deste estudo, pelas contribuições valiosas ao longo do desenvolvimento e pelo apoio para finalizar este trabalho.

Aos colegas, professores e funcionários do COPPEAD, pela amizade, ensinamentos e apoio nestes dois últimos anos.

A todos os meus amigos, pela profunda demonstração de amizade ao entenderem a ausência ocasionada por este trabalho e por continuarem sempre me incentivando.

Aos meus pais e irmãos, meus maiores exemplos de vida, motivos de eterno orgulho e admiração. Agradeço pelo carinho, apoio e incentivo de sempre e por me ensinarem a querer sempre dar o meu melhor naquilo que me fizer feliz.

Finalmente, ao meu namorado, Bruno, que em uma feliz coincidência encarou seu projeto de dissertação de mestrado junto comigo, presenciando e participando de cada dia da elaboração deste trabalho. Não apenas seus comentários, críticas e sugestões, mas também seu apoio e incentivo, seu amor e carinho e seu admirável companheirismo estão presentes em cada linha desta dissertação. Agradeço profundamente por tudo que fez e tem feito por mim. Ser objeto de seu orgulho também é meu maior incentivo.

RESUMO

DONANGELO, Mariana. **Apreçamento de Derivativos Climáticos no Brasil: Análise de Modelos Atuariais**. Orientador: Eduardo Facó Lemgruber. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2008. Dissertação.

O presente trabalho tem como principal objetivo explorar o potencial de mercado de derivativos climáticos no Brasil por meio de um estudo dos modelos atuariais de apreçamento atualmente utilizados no exterior. Estes modelos foram selecionados por serem considerados ideais em mercados onde os derivativos climáticos inexistem, como é o caso do Brasil. A análise dos modelos atuariais foi realizada através de exercícios empíricos que utilizaram dados de temperatura de quatro cidades brasileiras situadas no estado de Minas Gerais. A variável de clima escolhida foi a temperatura por ser esta a mais utilizada atualmente no exterior e por se acreditar que esta é a que mais afeta, ao menos de forma direta, a economia brasileira. Foram explorados *Swaps* e *Opções* com e sem limite, contratos atualmente negociados na Bolsa de Mercadorias de Chicago, sendo estabelecidas especificações únicas para todas as cidades. Como parte do objetivo principal, buscou-se analisar a adequação dos modelos atuariais no apreçamento de derivativos climáticos nas cidades selecionadas, discutindo as principais vantagens e desvantagens na utilização de cada um deles. Diante disto, este trabalho desenvolve um estudo pioneiro no Brasil, ao propor e desenvolver contratos de derivativos climáticos que se adequem à realidade brasileira e ao sugerir e apresentar os modelos de apreçamento considerados ideais para estes contratos em um mercado ainda inexistente.

ABSTRACT

DONANGELO, Mariana. **Apreçamento de Derivativos Climáticos no Brasil: Análise de Modelos Atuariais**. Orientador: Eduardo Facó Lemgruber. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2008. Dissertação.

The present work has as main objective the exploration of the weather derivatives market potential in Brazil by means of a study of the actuarial pricing models currently used in the US, Europe and Japan. These models were selected for being considered ideal in markets where weather derivatives inexistent, as it is the case of Brazil. The analysis of the actuarial models was carried through empirical exercises that used temperature data of four Brazilian cities situated in the state of Minas Gerais. The chosen climate variable was the temperature for currently being the most used abroad and for believing that it is the one that affects the most, at least directly, the Brazilian economy. *Swaps* and *Options* with and without caps were explored, all contracts currently traded at the Chicago Mercantile Exchange, with unique specifications for all cities. As part of the main objective, an analysis of the adequacy of the actuarial models in the pricing of weather derivatives in the selected cities was conducted, discussing the main advantages and disadvantages in the use of each one of them. In this context, this work develops a pioneering study in Brazil, considering and developing weather derivatives contracts that adjust to the Brazilian reality and suggesting and presenting models considered ideal for these contracts in a still inexistent market.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas das séries de temperatura média diária (medida em graus Celsius) das quatro cidades selecionadas para o estudo.....	31
Tabela 2 - Resultados da Regressão realizada com os dados de temperatura média diária da cidade de Montes Claros	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráficos das séries de temperatura média diária das quatro cidades selecionadas para o estudo. Escala em graus Celsius.....	30
Figura 2 – Gráficos dos Índices HDD e CDD dos meses representativos de inverno e verão, agosto e dezembro (respectivamente), das cidades de Itajubá e Leopoldina (período de 1999 a 2007).....	34
Figura 3 – CDF empírica dos Índices HDD de Paracatu e CDD de Montes Claros.....	35
Figura 4 – CDF dos <i>payoffs</i> dos contratos HDD de julho da cidade de Paracatu segundo o modelo de Análise Histórica.....	36
Figura 5 – Convergência da Média e do Desvio-Padrão dos índices HDD de julho da cidade de Paracatu e CDD de janeiro da cidade de Montes Claros.....	38
Figura 6 - CDF do Índice CDD de janeiro da cidade de Montes Claros, segundo a Modelagem de Índices.....	39
Figura 7 - CDF dos <i>payoffs</i> dos contratos CDD de janeiro da cidade de Montes Claros segundo a Modelagem de Índices.....	40
Figura 8 – Gráfico com os dados Observados, Ajustados e Resíduos da Regressão Linear Múltipla realizada com os dados de temperatura média da cidade de Montes Claros.....	42
Figura 9 - CDF do Índice CDD de janeiro da cidade de Montes Claros, segundo a Modelagem de Dados Diários.....	43
Figura 10 - CDF dos <i>payoffs</i> dos contratos CDD de janeiro da cidade de Montes Claros segundo a Modelagem de Dados Diários.....	44

LISTA DE SIGLAS

CDD	<i>Cooling Degree Days</i>
CDF	<i>Cumulative Distribution Function</i>
CME	<i>Chicago Mercantile Exchange</i>
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
HDD	<i>Heating Degree Days</i>
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
RLM	Regressão Linear Múltipla
SMC	Simulação de Monte Carlo

SUMÁRIO

1	Introdução	1
1.1	O Mercado de Derivativos Climáticos.....	2
1.2	Motivação e Objetivos	7
1.3	Delimitação do Estudo	9
1.4	Organização da Dissertação.....	9
2	Referencial Teórico	11
2.1	Modelos Atuariais de Apreçamento.....	13
2.2	Apreçamento de Mercado.....	18
3	Dados e Metodologia.....	21
3.1	Dados	21
3.2	Contratos Seleccionados	22
3.3	Modelos de Apreçamento Analisados	25
4	Resultados.....	30
4.1	Dados Utilizados	30
4.2	Especificação dos Contratos Seleccionados	31
4.3	Análise Histórica.....	33
4.4	Modelagem de Índices	37
4.5	Modelagem de Dados Diários.....	40
4.6	Análise Geral dos Resultados.....	44
5	Conclusão.....	46
	Referências Bibliográficas	50

1 Introdução

Mudanças climáticas vêm ocorrendo em um ritmo cada vez mais acelerado e, com isto, torna-se cada vez mais visível o impacto que o clima tem na economia mundial (Energy Hedge, 2005). De acordo com dados da Bolsa de Mercadorias de Chicago (*Chicago Mercantile Exchange* - CME, 2006), cerca de 30% da economia americana é afetada diretamente pelo clima. Espera-se que o impacto que o clima tem em outros países seja similar ao impacto nos Estados Unidos. Verões mais quentes do que o normal ou invernos mais frios do que antecipado podem afetar os resultados financeiros de empresas dos mais diversos setores: energia, agricultura, pecuária, entretenimento, seguros, turismo e construção civil, entre outros. Os tipos de impactos podem variar de pequenas reduções nas receitas, o que pode acontecer com uma loja de rua que vende menos em um dia chuvoso, a situações catastróficas, como no caso de, por exemplo, um tornado destruir uma fábrica (Jewson e Brix, 2005).

Da mesma forma que empresas podem utilizar derivativos para se proteger de variações das taxas de juros, taxas de câmbio ou preços de *commodities*, elas têm a opção de se proteger de variações do clima. Em alguns países, como EUA e Japão, existem empresas que oferecem seguros contra catástrofes naturais. No entanto, até há alguns anos atrás, nenhum tipo de instrumento financeiro era oferecido para proteção contra pequenos e médios impactos causados pelo clima. Em 1997 foram registrados os primeiros derivativos climáticos de balcão que tinham como objetivo atender necessidades específicas de algumas empresas. A partir de 1999, estes contratos passaram a ser oferecidos de forma padronizada pela CME. A utilização

destes contratos cresceu consideravelmente desde então e em 2005 o valor notional negociado atingiu aproximadamente US\$ 25 bilhões (CME, 2006).

Pode-se afirmar que atualmente nos mercados americano, japonês e europeu, principalmente, é possível se proteger de eventos de alto risco e baixa probabilidade, através de seguros contra catástrofes naturais, e eventos de baixo risco e alta probabilidade, através dos derivativos climáticos. A Seção 1.1, a seguir, descreve o mercado estrangeiro de derivativos climáticos, um mercado ainda inexistente no Brasil.

1.1 O Mercado de Derivativos Climáticos

Assim como os derivativos financeiros, os derivativos climáticos atendem principalmente a dois tipos de necessidade: a de proteção, como mencionado anteriormente, e a de especulação. Segundo Jewson e Brix (2005), transações entre *hedgers* (aqueles que buscam proteção) e especuladores (aqueles que apostam em determinados movimentos de variáveis do clima em busca de ganhos financeiros) compõem o chamado mercado primário. As transações entre especuladores, por sua vez, compõem o chamado mercado secundário de derivativos de clima. Transações entre *hedgers* são possíveis, mas não muito comuns (Jewson e Brix, 2005).

Alguns motivos tornam o derivativo de clima atrativo para os especuladores. Os retornos resultantes dos derivativos climáticos são geralmente descorrelacionados com os retornos de ativos financeiros, como ações e títulos (Jewson e Brix, 2005). Assim, ao se adicionar um derivativo de clima a uma carteira composta por ativos financeiros, pode-se esperar uma redução do risco através do ganho de diversificação. Adicionalmente, um especulador pode montar uma carteira de baixo

risco ao negociar derivativos com *hedgers* que precisam de proteção contra movimentos opostos (Jewson e Brix, 2005).

Atualmente, a CME negocia contratos de derivativos climáticos de 18 cidades americanas¹, nove cidades européias² e duas cidades asiáticas³.

1.1.1 Variáveis Climáticas e suas Medidas

Assim como um derivativo de *commodity* tem como ativo subjacente o preço da própria *commodity*, um derivativo climático tem como ativo subjacente uma variável relacionada ao clima. A relação entre a variável de clima utilizada e o impacto em atividades que precisam de proteção será diferente para cada variável e cada atividade (Jewson e Brix, 2005). A resposta da indústria de derivativos para este desafio é a construção de índices, grandezas relacionadas a variável climática de interesse, que atendem a objetivos específicos dos agentes. Estes índices são adotados como ativos subjacentes dos derivativos climáticos, fornecendo aos participantes do mercado produtos que possam atender adequadamente a diferentes propósitos.

A variável de clima mais utilizada é a temperatura. Estima-se que, em 2000, cerca de 98% dos derivativos climáticos negociados eram baseados nesta variável (Garman, Blanco e Erickson, 2000). No entanto, podem ser realizados contratos

¹ Atlanta, Baltimore, Boston, Chicago, Cincinnati, Dallas, Des Moines, Detroit, Houston, Kansas City, Las Vegas, Minneapolis-St. Paul, Nova Iorque, Filadélfia, Portland, Sacramento, Salt Lake City e Tucson.

² Amsterdã, Holanda; Madrid e Barcelona, Espanha; Berlin e Essen, Alemanha; Londres, Inglaterra; Paris, França; Roma, Itália; Estocolmo, Suécia.

³ Tóquio e Osaka, Japão.

baseados em precipitação, vento e neve, entre outros. Contratos baseados em temperatura utilizam geralmente os seguintes índices como medida: índices graus-dia, índices de temperatura média e índices de temperatura média acumulada (Jewson e Brix, 2005). As seções a seguir exploram os detalhes de cada um destes índices.

1.1.1.1 Índices Graus-Dia

Existem dois tipos de índices graus-dia: o *Heating Degree Days* (HDD), ou graus-dia em que se precisa de aquecimento, e o *Cooling Degree Days* (CDD), ou graus-dia em que se precisa de refrigeração. Como os próprios nomes sugerem, os índices são análogos. Eles são auferidos para períodos pré-determinados (de um a cinco meses) e são obtidos através do somatório do excesso (ou escassez) da temperatura média de cada dia do período com relação a uma temperatura base. A motivação da utilização destes índices está em assumir que eles fornecem uma boa aproximação do impacto da ocorrência de dias em que as temperaturas desviam da “normalidade”, representada pela temperatura base.

Os índices para um período genérico de n dias são obtidos através das expressões a seguir:

$$HDD = \sum_{i=1}^n \max(0, T^{base} - T_i^{média}) \quad (1)$$

$$CDD = \sum_{i=1}^n \max(0, T_i^{média} - T^{base}) \quad (2)$$

Onde $T_i^{média}$ é a temperatura média calculada no dia i (geralmente calculada como a média entre as temperaturas máxima e mínima do dia) e T^{base} é a temperatura utilizada como base. Nos Estados Unidos, onde a temperatura é medida

em Fahrenheits, a temperatura base utilizada é 65°F. Já na Europa e no Japão a temperatura base é 18°C (64,4°F).

Grande parte dos contratos negociados na CME é baseada neste tipo de índice (CME, 2005). Cabe mencionar que os índices grau-dia são utilizados principalmente por empresas do setor de energia com o objetivo de mensurar a demanda por energia gasta em aquecimento (medida em HDD) ou refrigeração (medida em CDD) (Jewson e Brix, 2005).

1.1.1.2 Índices de Temperatura Média Cumulativa (*Cumulative Average Temperature – CAT*)

Este tipo de índice é calculado como a soma das temperaturas médias diárias durante determinado período, sendo utilizado principalmente na Europa durante o verão (Jewson e Brix, 2005). O cálculo deste índice é realizado através da seguinte fórmula:

$$CAT_{acum} = \sum_{i=1}^n T_i^{média} \quad (3)$$

Onde n é o número total de dias do índice (varia de 30 a 210 dias, geralmente) e $T_i^{média}$ é a temperatura média calculada no dia i .

1.1.1.3 Índices de Temperatura Média (*Average of Average Temperature - AAT*)

Este tipo de índice, geralmente utilizado no Japão, é calculado como a média das temperaturas médias diárias de determinado período (Jewson e Brix, 2005):

$$AAT_{acum} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i^{média}}{n} \quad (4)$$

Onde n é o número total de dias do índice (varia de 30 a 210 dias, geralmente) e $T_i^{média}$ é a temperatura média calculada no dia i .

1.1.1.4 Propriedades dos Índices

Os índices climáticos apresentam propriedades que se mostram importantes nas modelagens atuariais de apuração, analisadas neste trabalho. Jewson e Brix (2005) classificam os índices por duas propriedades principais:

- i. Separabilidade Aditiva: um índice é dito separável aditivamente quando seu valor esperado for igual ao somatório dos valores esperados dos índices diários;
- ii. Linearidade: um índice é dito linear quando o valor esperado do índice diário for uma função linear dos valores esperados da variável climática diária.

Assim, pode-se afirmar que os índices AAT e CAT são lineares e separáveis aditivamente e os índices grau-dia (CDD e HDD) são apenas separáveis aditivamente. Índices grau-dia não são lineares pois possuem limites inferiores por serem resultado de um somatório de operações “máximo” (vide Equações (1) e (2)).

1.1.2 Derivativos Climáticos Negociados na Bolsa de Mercadorias de Chicago

Por se tratar da principal bolsa no mundo a negociar derivativos climáticos, é importante explorar os contratos negociados na Bolsa de Mercadorias de Chicago.

Na CME são negociados Opções de Compra e Venda e Futuros baseados em temperaturas de 29 cidades diferentes (mencionadas anteriormente, na Seção 1.1)⁴.

⁴ Os Futuros, neste caso, poderiam também ser chamados de *Swaps*. Tecnicamente, *Swaps* podem ser contratos a termo ou contratos futuros. São negociados sem nenhum prêmio e possuem *payoff* linearmente dependente do índice em questão. *Swaps* como contratos a termo são geralmente

Estes derivativos têm suas especificações padronizadas e são negociados abertamente. O limite de perda ou ganho por contrato, quando estabelecido, é de US\$ 5.000 para contratos baseados em índices mensais, o valor de cada ponto de índice, medido em graus Celsius ou Fahrenheits, é de US\$ 20 e os *strikes*, também medidos em graus Celsius ou Fahrenheits, variam de cidade para cidade. Os contratos podem se referir a índices mensais ou sazonais.

Os contratos futuros e opções sobre HDD mensais são disponibilizados para os meses entre outubro e abril (inclusive). Os futuros sobre CDD mensais existem para os meses entre abril e outubro (inclusive), enquanto que as opções existem somente para os meses entre abril e setembro (inclusive).

Os contratos referentes a índices sazonais são disponibilizados para períodos de dois a cinco meses consecutivos, que pertençam a uma das duas estações pré-estabelecidas pela bolsa: o verão, de maio a setembro, e o inverno, de novembro a março. Há contratos sobre índices grau-dia e de temperatura média cumulativa, sendo que índices CDD são utilizados no verão enquanto que índices HDD são utilizados no inverno.

1.2 Motivação e Objetivos

De forma geral, o mercado de derivativos climáticos foi pouco explorado no Brasil, tanto no mercado de capitais quanto no meio acadêmico, à exceção de poucos trabalhos, como a dissertação de mestrado de Bruno Dore, com foco na modelagem de séries temporais de temperatura do Rio de Janeiro para posterior

negociados em mercados de balcão para um número amplo de cidades e utilizando diversos índices. *Swaps* como contratos futuros são negociados na CME como contratos mensais ou sazonais. (Jewson, 2004).

apreçamento de derivativos climáticos (Dore, 2006) e a dissertação de mestrado de Renato Rodrigues, com foco no gerenciamento de risco no setor elétrico através do uso de derivativos. Em sua análise, Rodrigues (2007) menciona a possibilidade de utilização de derivativos climáticos.

Possíveis motivos para a não utilização destes instrumentos podem incluir o simples desconhecimento dos mesmos e a dificuldade de mensurar os impactos do clima na atividade fim das empresas. Além disso, a modelagem da exposição ao risco de variações climáticas é bastante complexa. Antes de utilizar derivativos climáticos, empresas que buscam proteção devem entender a complexa relação entre eventos climáticos e perdas financeiras. O custo desta análise, por sua vez, pode ser considerado alto.

Neste contexto, o presente trabalho tem como principal objetivo explorar o potencial do mercado de derivativos climáticos no Brasil por meio de um estudo dos modelos atuariais de apreçamento atualmente utilizados no exterior. Esta análise é realizada através de exercícios empíricos que utilizam dados de quatro cidades brasileiras, selecionadas pela qualidade de seus dados. Os exercícios consistem no apreçamento de quatro tipos de contratos sobre temperatura, inspirados nos disponibilizados pela CME, com especificações ajustadas às condições climáticas brasileiras.

Ainda como parte do objetivo principal, busca-se analisar a adequação dos modelos atuariais no apreçamento de derivativos climáticos nas cidades selecionadas, através da discussão das principais vantagens e desvantagens na utilização de cada um deles.

1.3 Delimitação do Estudo

O presente estudo apresenta uma clara limitação temporal e geográfica. Com o objetivo de analisar a aplicação de modelos de apuração de derivativos climáticos no Brasil, são utilizados dados de temperatura de quatro cidades brasileiras no período que vai de 1999 a 2007. As cidades selecionadas se encontram no estado de Minas Gerais. São estas: Itajubá, Leopoldina, Montes Claros e Paracatu.

Foi escolhida como variável de clima a temperatura, por ser esta a mais utilizada atualmente no exterior e por se acreditar que esta é a que mais afeta, ao menos de forma direta, a economia brasileira. Além disso, foram selecionados os índices e contratos considerados mais utilizados no exterior, mais especificamente na CME. As especificações destes índices e contratos, no entanto, foram definidas levando em conta as cidades selecionadas e suas propriedades climáticas relacionadas à temperatura. Dentre os modelos de apuração analisados no meio acadêmico até o presente momento, optou-se pelos modelos atuariais, por se acreditar que apenas estes podem ser aplicados em locais como o Brasil, onde inexistente um mercado de negociação de derivativos climáticos.

1.4 Organização da Dissertação

A dissertação está estruturada da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, permeando os principais modelos utilizados no que tange o apuração de derivativos de clima e apresentando os principais estudos acerca deste tema. O Capítulo 3 descreve detalhadamente a amostra de dados selecionada e a metodologia utilizada em cada um dos modelos atuariais de apuração. No Capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos no exercício

empírico realizado para cada um dos modelos selecionados acompanhados da análise de suas implicações. O Capítulo 5 apresenta as principais conclusões da dissertação e traz sugestões para pesquisas futuras relacionadas ao tema.

2 Referencial Teórico

Conforme documentado por Jewson e Brix (2005), existem três abordagens principais para o apuração de derivativos climáticos: modelos atuariais, modelos baseados em preços de mercado e modelos de ausência de possibilidades de arbitragem.

Nos modelos atuariais as variáveis climáticas são modeladas estatisticamente, a partir de dados históricos, e os dados das distribuições probabilísticas são utilizados na avaliação dos ativos. A Análise Histórica e a Modelagem de Índices e Dados Diários se enquadram neste tipo de modelo.

A abordagem de apuração de mercado, por sua vez, consiste na utilização de preços observados na valoração dos contratos. Ela é dependente da existência de um mercado transparente e líquido para os contratos a serem apurados.

Por fim, a abordagem de ausência de possibilidades de arbitragem utiliza modelos que derivam o preço de não arbitragem dos contratos. A aplicação imediata destes modelos se dá em opções. É importante ressaltar que, por mais que os índices subjacentes destes derivativos não sejam ativos negociados, condição esta necessária para a derivação de preços sem possibilidades de arbitragem, podem ser utilizados contratos de *Swap* na construção do *hedge* dinâmico que fundamenta os modelos de ausência de possibilidades de arbitragem. Claramente, este método de apuração também depende da existência de mercados transparentes e líquidos de ativos para a construção dos *hedges* dinâmicos. Jewson e Brix (2005) entendem modelos de ausência de possibilidades de arbitragem como uma extensão dos modelos de apuração de mercado, uma vez que ambos se utilizam de um mercado já existente onde preços de contratos podem ser observados.

Atualmente, não há um modelo de apuração de derivativos climáticos que seja amplamente aceito no mercado (Jewson e Brix, 2005). Este tipo de derivativo possui particularidades que tornam seu apuração mais complexo que o dos derivativos financeiros. Por um lado, o mercado de derivativos climáticos é incompleto, ou seja, os índices comumente subjacentes, como o HDD e o CDD, não são diretamente negociados (Alaton et al., 2002). Este fato torna a aplicação de modelos de apuração de mercado e de ausência de possibilidades de arbitragem extremamente difícil, quando não impossível. Por outro lado, existe dificuldade em se implementar os modelos atuariais de apuração pois os processos aleatórios que descrevem os índices subjacentes geralmente não são estacionários e os índices climáticos históricos apresentam alto grau de autocorrelação, reduzindo o número de observações independentes (Zeng, 2000).

O mercado de derivativos climáticos se encontra em um estágio relativamente inicial de desenvolvimento. A falta de liquidez nos mercados aonde já são negociados sugere que o apuração de qualquer derivativo deve ser realizado através dos métodos atuariais e, no caso de haver liquidez na negociação dos derivativos climáticos, das técnicas de apuração de mercado considerando o mercado incompleto (Jewson e Zervos, 2005).

As principais características, premissas e objetivos dos modelos atuariais e de mercado (incluindo o apuração na ausência de possibilidades de arbitragem) serão apresentados a seguir, juntamente com os principais estudos acerca de cada um destes modelos.

2.1 Modelos Atuariais de Apreçamento

O procedimento geral dos modelos atuariais consiste na obtenção da distribuição probabilística dos *payoffs* do contrato em questão, definindo seu preço como o valor esperado do *payoff* calibrado por uma medida de apetite ao risco dos agentes. A obtenção da distribuição probabilística dos *payoffs* pode ser realizada através da derivação da Função Distribuição de Probabilidades Acumuladas (CDF, do termo em inglês *Cumulative Distribution Function*). Esta função caracteriza univocamente uma distribuição de probabilidades, contendo todas as informações existentes sobre a mesma. A simples inspeção visual desta função fornece algumas informações valiosas a respeito da distribuição, como os elementos pertencentes ao espaço amostral, e isto será utilizado na análise dos resultados deste trabalho.

Existem três tipos diferentes de modelos atuariais, sendo que dois deles se utilizam de índices históricos (Análise Histórica e Modelagem de Índices) e um se utiliza de dados diários da variável climática em questão (Modelagem de Dados Diários). A seguir, estes modelos serão apresentados, assim como questões que devem ser levadas em consideração ao utilizá-los, como a medida de calibragem de apetite ao risco e a extensão da série de dados a ser utilizada no apreçamento de contratos utilizando estes modelos.

2.1.1 Análise Histórica

Na Análise Histórica (denominada "*Burn Analysis*" em inglês), os contratos são avaliados a partir dos *payoffs* que teriam implicado no passado. Os dados históricos da variável climática são utilizados no cálculo dos índices históricos que são, por sua vez, utilizados nos cálculos dos *payoffs* dos contratos. Os *payoffs* históricos são então utilizados para se obter a distribuição empírica dos mesmos, a partir da qual

se extrai o preço justo dos contratos de acordo com a calibragem do risco demandada.

Jewson e Brix (2005) apontam como suas principais vantagens a simplicidade e facilidade de aplicação e o fato de o modelo ser baseado em poucas premissas, sendo por isso considerado um bom primeiro passo no apreçamento de praticamente todos os contratos existentes no mercado.

A principal desvantagem deste modelo, no entanto, é a impossibilidade de capturar efeitos de eventos mais extremos do que os ocorridos no passado. Brix, Jewson e Ziehmman (2002) destacam que, dado que geralmente são utilizados poucos índices históricos, a distribuição empírica pode tornar-se bastante “recortada” e não suave como desejado.

A Análise Histórica é explorada em diversos artigos como o de Zeng (2000), que utiliza o modelo no estudo do problema de apreçamento de uma opção de compra de HDD do mês de julho para a cidade de Phoenix (Arizona, EUA), e o de Richards, Manfredo e Sanders (2004), que utilizam o modelo em uma comparação entre modelos aplicados na avaliação de diferentes contratos na cidade de Fresno (Califórnia, EUA).

2.1.2 Modelagem de Índices

Este tipo de modelo aborda a avaliação de contratos a partir da modelagem estatística dos índices subjacentes. Deve ser atribuída ao índice em questão uma distribuição que pode ser paramétrica (preferencialmente) ou não. Jewson e Brix (2005) salientam que a definição da distribuição que melhor se ajusta aos dados é geralmente uma tarefa complexa, configurando-se como uma desvantagem do modelo.

A utilização da distribuição normal para modelar os índices históricos em localidades dos Estados Unidos foi amplamente discutida por Jewson (2004a). O autor conclui que, no caso de índices sazonais, a distribuição normal pode ser utilizada independente da localidade. Nos meses de inverno americano, os índices mensais podem ser modelados utilizando a distribuição normal, exceto o mês de dezembro. Durante o verão, os índices mensais podem ser modelados pela distribuição normal com conforto somente em maio e nos demais meses a aplicabilidade da hipótese de normalidade depende da cidade.

A distribuição de probabilidades ajustada para os índices deve ser utilizada como base para obter a distribuição de probabilidade dos *payoffs* dos contratos. Jewson e Brix (2005), sugerem dois métodos para este fim: a derivação de expressões fechadas e a utilização de Simulações de Monte Carlo (SMC).

A derivação de expressões fechadas pode ser uma tarefa complicada dependendo (i) da distribuição atribuída aos índices e (ii) da fórmula de cálculo do *payoff* do contrato. A título de exemplo, a obtenção da distribuição dos *payoffs* de um *Swap* sobre um índice modelado pela distribuição normal é imediata, dado que o *payoff* do *Swap* é uma função afim do índice subjacente e que funções afins de variáveis aleatórias normais também são normais. Por outro lado, no caso de uma Opção de Compra com limite sobre um índice que tenha sido modelado por uma distribuição não-paramétrica, a derivação de uma expressão fechada para a distribuição dos *payoffs* geralmente não é trivial.

A utilização de Simulações de Monte Carlo se mostra como uma boa alternativa para a derivação da distribuição dos *payoffs*, uma vez que a aplicabilidade deste método não é condicionada pela forma funcional do *payoff* do contrato ou pela distribuição probabilística atribuída ao índice subjacente. Jewson e

Brix (2005) exploram detalhadamente este procedimento, abordando questões como a escolha do número de simulações a serem realizadas e as fontes de incerteza intrínsecas ao método.

Zeng (2000), por exemplo, utiliza a Modelagem de Índices para apreçar uma opção de compra de HDD do mês de julho para a cidade de Phoenix (Arizona, EUA), sendo que, para derivar a distribuição de *payoffs*, sugere a Simulação de Monte Carlo.

2.1.3 Modelagem de Dados Diários

Este tipo de apreçamento se utiliza da modelagem estocástica de dados climáticos diários. Podem ser modeladas, por exemplo, a temperatura máxima, mínima e média e a precipitação diária de uma determinada localidade.

É possível realizar a modelagem estocástica dos dados diários através de diferentes modelos estocásticos. Entre eles, pode-se citar: Movimento Browniano Geométrico, modelos de *Jump Diffusion* e modelos SAROMA (descritos por Jewson e Caballero, 2003) ou ARMA.

A utilização de modelos autoregressivos de primeira ordem, AR(1), foi sugerida por diversos autores, incluindo Dishel (1998), Alaton et al. (2002), Cao e Wei (2000) e Torro et al. (2001). Dornier e Querel (2000), Moreno (2000) e Moreno e Roustant (2002) sugerem versões mais gerais de modelos ARMA.

Jewson e Brix (2005) destacam como vantagens da Modelagem de Dados Diários o uso mais completo do histórico de dados disponível, a representação mais precisa da distribuição do índice, extrapolação mais precisa de extremos, estimativas mais precisas do apreçamento durante o período do contrato e a maior facilidade de incorporação de previsões meteorológicas no algoritmo de apreçamento. De acordo

com os autores, a principal desvantagem da Modelagem dos Dados Diários está na complexidade adicional, o que pode aumentar o risco de ocorrência de erros no modelo.

Uma vez estabelecido o processo estocástico que descreve a variável climática em questão, torna-se necessário derivar a distribuição probabilística do *payoff* dos contratos. Esta atividade depende (i) do processo aleatório utilizado no modelo, (ii) das propriedades do índice utilizado (como linearidade e separabilidade aditiva) e (iii) da fórmula dos *payoffs* dos contratos (questão esta similar à discutida na Modelagem de Índices). Colocadas estas questões, o método considerado mais indicado para derivar a distribuição de *payoffs* dos contratos é a Simulação de Monte Carlo. A utilização da Simulação de Monte Carlo é sugerida por Dischel (2008), Cao e Wei (2003), Alaton et al. (2002) e Richards, Manfredo e Sanders (2004).

2.1.4 Questões Inerentes aos Modelos Atuariais

2.1.4.1 Calibragem do Risco

Praticamente todo risco tem um preço e os modelos de apreçamento a serem aplicados em um contexto onde os agentes não sejam neutros ao risco devem considerar este valor. Nos modelos atuariais de apreçamento de derivativos de clima, esta tarefa é denominada Calibragem do Risco (denominada em inglês *Risk Loading*).

A Calibragem do Risco é definida como a diferença entre o preço justo calculado e o preço levando em conta o risco, partindo do pressuposto de que existe preço para o risco. Brix, Jewson e Ziehmman (2002) descrevem formas de obtenção do preço do risco baseado em medidas de risco como desvio-padrão e quantis. Eles observam que o preço de um contrato nem sempre depende diretamente do quão

arriscado é para uma pessoa e sim da percepção de risco que o mercado como um todo tem sobre este contrato.

A medida mais simples de Calibragem de Risco de um contrato é denominada Calibragem Aditiva de Risco, onde o preço calibrado pode ser expresso pelo valor esperado do *payoff* do contrato adicionado a λ vezes o risco, sendo que λ é um fator de risco que define o apetite ao risco do agente. Desconsiderando o valor do dinheiro no tempo, a fórmula de apreçamento é:

$$P_{contrato} = EP + \lambda R \quad (5)$$

Onde R é a medida de risco e EP é o valor esperado do *payoff*. As medidas de risco geralmente utilizadas são o desvio-padrão ou a variância do *payoff*, ou mesmo a diferença entre dois quantis da distribuição dos *payoffs*.

2.1.4.2 Extensão da Série de Dados

A extensão da série de dados a ser utilizada é uma questão bastante importante e deve ser levada em consideração sempre que possível na implementação de modelos atuariais de apreçamento. Jewson e Brix (2004) exploram esta questão através da realização de um *backtest* que teve como objetivo entender quais combinações de modelagem de tendência e número de anos de dados funcionariam no passado. Os autores chegam à conclusão de que as melhores combinações são (i) a utilização de 10 anos de dados sem modelagem da tendência da série e (ii) a utilização de 30 anos de dados com modelagem linear da tendência da série.

2.2 Apreçamento de Mercado

Alguns autores trataram de explorar a problemática do apreçamento de derivativos climáticos em mercados incompletos, mencionada anteriormente. Cao e

Wei (2000), por exemplo, propõem e implementam um modelo de apreçamento de equilíbrio de derivativos climáticos. Eles generalizam o modelo de Lucas (1978) de forma a incluir o clima como variável fundamental da economia. Seus resultados mostram que o preço de mercado do risco associado com a temperatura é significativo, principalmente quando o grau de aversão ao risco é alto.

Há autores que exploram os modelos de apreçamento de ausência de possibilidades de arbitragem combinando derivativos climáticos com derivativos sobre commodities cujos preços são correlacionados com o clima. Geman (1999), sugere que derivativos climáticos podem ser imunizados com contratos de eletricidade. Estes, por sua vez, podem ser utilizados na definição de preços dos derivativos climáticos. De forma similar, Davis (2001), explora o apreçamento de derivativos climáticos utilizando uma função de utilidade de uma carteira composta por derivativos de clima e de gás natural, baseando-se na premissa de que os agentes no mercado de derivativos não são representativos e estão sujeitos a riscos climáticos bastante específicos. No entanto, Jewson e Brix (2005) questionam a aplicabilidade destes modelos argumentando que operações de *hedge* de derivativos climáticos com contratos sobre commodities energéticas, apesar de serem utilizadas, não possuem um efeito determinante nos valores de mercado dos derivativos climáticos.

Brockett, Wang e Yang (2003), adotam um modelo de apreçamento em mercado incompleto denominado apreçamento por indiferença, baseado no princípio econômico do equivalente certeza. Os autores analisam os impactos do *hedge* parcial, do *hedge* natural e de diferentes tipos de risco no preço de indiferença do investidor.

Jewson (2004b), deriva um processo Browniano Geométrico que modela índices não-lineares, permitindo a utilização de modelos de apreçamento na ausência de possibilidades de arbitragem. Jewson e Zervos (2005), propõem um modelo de apreçamento na ausência de possibilidades de arbitragem considerando um mercado líquido de *Swaps*, propondo fórmulas para os preços de não arbitragem de derivativos climáticos.

O modelo de Black & Scholes não é recomendado para o apreçamento de derivativos climáticos. Dischel (1998) introduz esta idéia, ressaltando que, apesar de ser a abordagem padrão no apreçamento de opções em diversos mercados, a utilização do modelo de Black & Scholes para apreçar derivativos climáticos é indevida. O modelo de Black & Scholes pressupõe um ativo subjacente negociável. Conforme mencionado anteriormente, no mercado de derivativos climáticos, os índices subjacentes às opções não são negociados. Além disso, as opções climáticas acumulam valor durante o período de referência do índice subjacente. Portanto, o valor do índice em qualquer instante durante o período em questão será obrigatoriamente maior ou igual a valores passados, diferentemente das hipóteses do Modelo de Black & Scholes sobre o processo que descreve a trajetória do ativo subjacente. Diante disto, Dischel (1998) sugere a utilização de Simulações de Monte Carlo para apreçar opções climáticas.

3 Dados e Metodologia

3.1 Dados

Os dados utilizados neste trabalho foram disponibilizados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, 2006). O CPTEC possui Plataformas de Coleta de Dados (PCD) instaladas em diversas cidades brasileiras e disponibiliza em seu site o histórico de dados climáticos coletados nas PCD.

Foram utilizados dados de temperatura (máxima e mínima) de quatro cidades brasileiras situadas no estado de Minas Gerais: Itajubá, Leopoldina, Montes Claros e Paracatu. Estas cidades foram selecionadas principalmente por possuírem as séries de dados de temperatura mais extensas, sem nenhum tipo de interrupção. O Quadro 1, a seguir, apresenta os períodos coletados das séries de temperatura de cada uma das cidades.

Cidade	Período Selecionado
Paracatu	21/12/1997 a 31/12/2007
Montes Claros	12/03/1998 a 31/12/2007
Itajubá	08/04/1998 a 31/12/2007
Leopoldina	07/05/1998 a 31/12/2007

Quadro 1 – Períodos das séries de dados de temperatura das cidades selecionadas.

Fonte: CPTEC

Em teoria, as temperaturas mínima e máxima são coletadas a cada três horas por estas plataformas e disponibilizadas *online* através do site do CPTEC. No entanto, percebe-se que, na maior parte das vezes, a mesma temperatura (mínima e máxima) é disponibilizada a cada 3 horas, o que é um indício de falha dos instrumentos de coleta e/ou divulgação dos dados. Como as temperaturas médias diárias são calculadas com base em temperaturas mínimas e máximas diárias, estas

foram definidas como o mínimo e máximo, respectivamente, das temperaturas mínimas e máximas fornecidas a cada três horas⁵. Assim:

$$T_i^{\min} \equiv \min_{j=1}^8 (T_j^{\min 3j}) \quad (6)$$

$$T_i^{\max} \equiv \max_{j=1}^8 (T_j^{\max 3j}) \quad (7)$$

$$T_i^{\text{média}} \equiv \frac{T_i^{\min} + T_i^{\max}}{2} \quad (8)$$

Onde j representa um dos 8 intervalos de 3 horas durante um dia, T_i^{\min} é a temperatura mínima calculada no dia i , T_i^{\max} é a temperatura máxima calculada no dia i e $T_i^{\text{média}}$ é a temperatura média calculada no dia i .

A temperatura média diária calculada foi utilizada na obtenção dos índices CDD e HDD mensais históricos. Conforme mencionado, os índices selecionados para o presente estudo foram os graus-dia, uma vez que os contratos mais negociados no exterior têm estes índices como ativos subjacentes. Os índices mensais calculados foram então utilizados em exercícios de apreçamento de contratos mensais para o ano de 2008.

3.2 Contratos Selecionados

Conforme mencionado anteriormente, neste trabalho foram explorados contratos atualmente em negociação na CME, com especificações que atendem as particularidades das cidades brasileiras em questão e que facilitam a análise destes contratos. Assim, foram escolhidas Opções de Compra e *Swaps* com e sem limite, baseados em índices mensais, para serem apreçados pelos modelos atuariais. O

⁵ As equações seriam exatamente as mesmas caso as temperaturas mínima e máxima coletadas de 3 em 3 horas fossem diferentes (como era de se esperar).

payoff dos derivativos climáticos selecionados é calculado de forma equivalente ao *payoff* de outros derivativos existentes no mercado. As expressões a seguir definem o cálculo do *payoff* de cada derivativo⁶.

Swap:

$$Payoff_{swap} = V(I_t - K_e^x) \quad (9)$$

Swap limitado:

$$Payoff_{swap\lim} = \min(L, \max(V(I_t - K_e^x), -L)) \quad (10)$$

Opção de Compra ("*Call*"):

$$Payoff_{call} = \max(V(I_t - K_e^x), 0) \quad (11)$$

Opção Limitada de Compra:

$$Payoff_{call\lim} = \min(L, \max(V(I_t - K_e^x), 0)) \quad (12)$$

Onde V é o valor de cada ponto de índice, L é o ganho ou perda máxima estabelecido por contrato, I_t é o valor do Índice (no caso, HDD ou CDD) no mês t (janeiro a dezembro) e K_e^x é o *strike* do contrato sobre o índice x (CDD ou HDD), para a estação do ano e , sendo definido pelo procedimento apresentado adiante.

Para cada um dos índices mensais (HDD e CDD), foram definidos dois *strikes*. Assim, para cada um dos índices existe o *strike* de verão e o de inverno, sendo que os mesmos *strikes* valem para todas as cidades. A definição de um *strike* único para cada um dos índices e para cada um dos períodos se deve aos seguintes motivos:

- i. As cidades selecionadas encontram-se relativamente próximas umas das outras, apresentando clima similar;

⁶ Para fins de simplificação, o valor do dinheiro no tempo não será levado em consideração, o que não compromete o objetivo do estudo.

- ii. Comparação entre os *payoffs* encontrados é facilitada se as especificações dos contratos forem uniformes;
- iii. Possibilidade de obter *payoffs* positivos e negativos para todas as cidades, de forma a ilustrar o funcionamento dos contratos de forma mais abrangente.

Para definir o *strike* foram realizados os seguintes cálculos:

- i. Cálculo da média dos índices históricos de cada um dos meses para cada uma das cidades:

$$M_{t,c}^{HDD} = \frac{\sum_{l=1}^9 HDD(l)}{9} \quad (13)$$

$$M_{t,c}^{CDD} = \frac{\sum_{l=1}^9 CDD(l)}{9} \quad (14)$$

Onde $M_{t,c}^{HDD}$ e $M_{t,c}^{CDD}$ são, respectivamente, a média do índice HDD e CDD do mês t (janeiro a dezembro) da cidade c (Itajubá, Leopoldina, Montes Claros e Paracatu) e l é a quantidade de anos que varia de 1 a 9 anos⁷.

- ii. Cálculo do *Strike* como sendo a mediana da mediana dos índices históricos de abril a setembro e de outubro a março das quatro cidades:

$$K_{OM}^{HDD} = \text{mediana}_{c=1}^4 (\text{mediana}_{t=10}^3 (M_{t,c}^{HDD})) \quad (15)$$

$$K_{AS}^{HDD} = \text{mediana}_{c=1}^4 (\text{mediana}_{t=4}^9 (M_{t,c}^{HDD})) \quad (16)$$

$$K_{OM}^{CDD} = \text{mediana}_{c=1}^4 (\text{mediana}_{t=10}^3 (M_{t,c}^{CDD})) \quad (17)$$

⁷ Referente ao período comum de 1^o de janeiro de 1999 a 31 de dezembro de 2007, onde os dados de temperatura foram disponibilizados para todas as cidades selecionadas.

$$K_{AS}^{CDD} = \text{mediana}_{c=1}^4 (\text{mediana}_{t=4}^9 (M_{t,c}^{CDD})) \quad (18)$$

Onde OM é o período que vai de outubro (10) a março (3), representando a estação de verão da CME e AS é o período que vai de abril (4) a setembro (9), representando a estação de inverno. K_{OM}^{HDD} é o *strike* do índice HDD para o período OM , K_{AS}^{HDD} é *strike* do índice HDD para o período AS , K_{OM}^{CDD} é o *strike* do índice CDD para o período OM e K_{AS}^{CDD} é o *strike* do índice CDD para o período AS .

O limite (L) dos *Swaps* e Opções e o valor de cada ponto de índice (V) foram definidos de forma a criar uma proteção para temperaturas consideradas extremas e pouco frequentes. A especificação de limite e valor de ponto de índice vale para todos os contratos, independente do índice, cidade, contrato ou período (abril a setembro e outubro a março).

3.3 Modelos de Apreçamento Analisados

Nas próximas seções, a metodologia dos modelos atuariais, selecionados por serem os mais adequados em mercados onde inexistem um mercado de derivativos climáticos, será apresentada.

3.3.1 Análise Histórica

Na Seção 2.1.1, afirma-se que o modelo atuarial de apreçamento denominado Análise Histórica avalia os contratos a partir dos *payoffs* que os mesmos teriam implicado no passado. O procedimento executado neste estudo é descrito pelas etapas a seguir:

- i. Cálculo dos índices históricos:

A partir das séries históricas das temperaturas médias diárias e da temperatura base definida foram calculados os índices de cada mês da

amostra, utilizando as fórmulas definidas pelas Equações (1) e (2). Para cada uma das quatro cidades foram calculados índices (HDD e CDD) para os 12 meses dos nove anos entre 1999 e 2007. Estes dados fornecem séries de nove índices para cada mês do ano⁸.

ii. Cálculo dos *payoffs* históricos:

As séries de nove índices para cada mês foram utilizadas para o cálculo das séries de nove *payoffs* de cada contrato para cada mês, utilizando as equações apresentadas na Seção 3.2.

iii. Derivação das distribuições probabilísticas dos *payoffs*:

As séries de *payoffs* de cada contrato foram utilizadas na derivação das CDF, fornecendo a distribuição empírica dos *payoffs*.

iv. Estatísticas das distribuições dos *payoffs*:

As CDF do *payoff* de cada contrato permitem o cálculo das estatísticas utilizadas para a avaliação dos mesmos. A média dos *payoffs* é o *strike* justo dos *Swaps* e o prêmio justo das Opções, assumindo agentes neutros ao risco. O desvio-padrão pode ser utilizado como medida de risco numa eventual calibragem do risco.

3.3.2 Modelagem de Índices

Conforme apresentado na Seção 2.1.2, o modelo atuarial de apreçamento através da Modelagem de Índices consiste na modelagem estatística dos índices seguida da derivação da distribuição dos *payoffs* do contrato a ser apreçado.

⁸ Para cada uma das quatro cidades, foram calculadas séries para cada um dos dois índices (HDD e CDD).

As etapas listadas a seguir descrevem detalhadamente o procedimento utilizado neste trabalho:

i. Definição da distribuição dos índices e teste de especificação:

Os índices históricos foram calculados de forma equivalente à especificada na primeira etapa da Análise Histórica. Após calculados estes índices, é necessário determinar a distribuição que melhor se ajusta aos dados. A distribuição normal é testada inicialmente por ter sido sugerida por Jewson (2004). Assim, é utilizado o teste de especificação de Jarque-Bera sobre a hipótese nula de normalidade da distribuição dos índices. Caso as séries não sejam normais, outras distribuições devem ser testadas.

ii. Estimação dos parâmetros:

Foi realizada uma análise estatística das séries dos índices históricos calculados, incluindo o cálculo de estatísticas como média, mediana, máximo, mínimo, desvio-padrão, assimetria e curtose⁹. Esta análise forneceu estimativas para os parâmetros das distribuições probabilísticas dos índices.

iii. Derivação da distribuição dos *payoffs* - Simulação de Monte Carlo:

Embora o ajuste de uma distribuição paramétrica tenda a simplificar a definição de fórmulas fechadas para a distribuição dos *payoffs*, a utilização de Opções e contratos com limites dificultam a utilização de fórmulas fechadas. Optou-se por utilizar a SMC por ser um procedimento robusto para este propósito¹⁰. Foram realizadas SMC para cada contrato sobre os dois índices

⁹ Foi utilizado o *software* econométrico E-views para realizar a análise.

¹⁰ Foi implementado um código em Matlab para realizar as simulações da Modelagem de Índices.

nas quatro cidades, totalizando 32 SMC. Foram gerados valores de índices aleatórios a partir da distribuição definida na primeira etapa e dos parâmetros estimados na segunda etapa. Foram realizadas mil simulações, quantidade para a qual se verificou a convergência da média e do desvio-padrão. Para cada um dos índices simulados foram calculados os *payoffs* simulados dos contratos em questão. Estes foram utilizados na derivação das CDF.

iv. Estatísticas das distribuições dos *payoffs*

Esta etapa também se assemelha à quarta etapa da Análise Histórica. São calculadas as estatísticas (média e desvio) dos *payoffs* simulados dos contratos. Estes valores são o insumo principal na determinação dos *strikes* justos dos *Swaps* e prêmio justos das Opções, de acordo com a calibragem do risco demandada.

3.3.3 Modelagem de Dados Diários

A Modelagem de Dados Diários é mais complexa que a Modelagem de Índices e a Análise Histórica. A implementação deste modelo foi realizada em três etapas principais, como pode ser visto a seguir.

i. Modelagem Estocástica das Temperaturas Diárias

A primeira etapa consistiu em modelar as séries de dados diários de temperatura de cada uma das cidades utilizando uma Regressão Linear Múltipla (RLM) com o objetivo de modelar a sazonalidade, corrigir a eventual heterocedasticidade e autocorrelação das séries e modelar os resíduos. Desta forma, esta etapa fornece a equação que descreve a trajetória das temperaturas, assim como as estimativas para os seus parâmetros.

ii. Derivação da distribuição dos *payoffs* - Simulação de Monte Carlo:

A segunda etapa consistiu na estimação da CDF dos *payoffs* utilizando uma SMC¹¹. Neste caso, o processo é mais complexo que o realizado na Modelagem de Índices. Utilizando as estimativas dos parâmetros que descrevem o processo estocástico das temperaturas diárias, foram simuladas mil trajetórias para as temperaturas diárias ao longo do ano de 2008. Com estas simulações foram calculados mil valores de índices mensais simulados para cada cidade e cada mês do ano. Em seguida, estes índices foram utilizados no cálculo dos *payoffs* simulados de cada contrato. Foram assim obtidos mil *payoffs* simulados para cada contrato sobre cada índice em cada cidade. Estes *payoffs*, por sua vez, foram utilizados na derivação das CDF.

iii. Estatísticas das distribuições dos *payoffs*

Esta etapa se assemelha à quarta etapa da Análise Histórica e da Modelagem de Índices. São calculadas as estatísticas (média e desvio) dos *payoffs* simulados dos contratos, fornecendo o insumo principal na determinação dos *strikes* justos dos *Swaps* e prêmio justos das Opções, de acordo com a calibragem do risco demandada.

¹¹ Foi implementado um código em Matlab para realizar as simulações da Modelagem de Dados Diários.

4 Resultados

4.1 Dados Utilizados

Como mencionado anteriormente, o período utilizado para a análise dos dados e utilização dos modelos foi de 01/01/1999 a 31/12/2007, resultando em nove anos completos de dados. Os gráficos das séries históricas dos dados de temperatura (mínima, média e máxima) de cada uma das cidades podem ser visto abaixo, na Figura 1. Pode-se notar que, nas quatro cidades, as séries de temperatura mínima apresentam menor variância que as séries de temperatura máxima. Como esperado, as séries de temperatura média resultantes possuem uma variância intermediária. Além disso, estas séries apresentam uma clara sazonalidade ao longo dos anos.

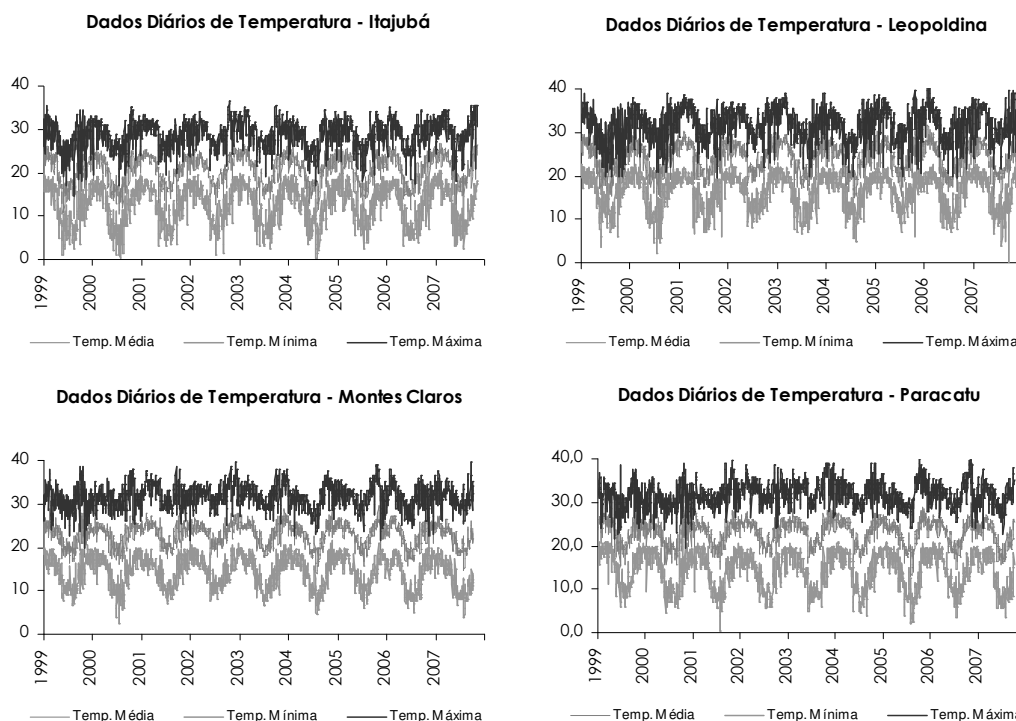


Figura 1 - Gráficos das séries de temperatura média diária das quatro cidades selecionadas para o estudo. Escala em graus Celsius.

A Tabela 1, a seguir, apresenta um resumo estatístico da série de temperaturas médias diárias de cada uma das cidades. Os valores das médias, medianas, máximos e mínimos indicam que, dentre as cidades, Itajubá possui as temperaturas mais baixas e Leopoldina as temperaturas mais altas¹². Conforme será apresentado adiante, estes fatos possuem implicações nos índices CDD e HDD calculados para as cidades. A tabela também mostra que as cidades com temperaturas mais extremas são as que apresentam maiores variâncias da temperatura, sugerindo uma relação positiva entre a variabilidade da temperatura e o quão extrema ela é.

Tabela 1 – Estatísticas das séries de temperatura média diária (medida em graus Celsius) das quatro cidades selecionadas para o estudo

	Itajubá	Leopoldina	Montes Claros	Paracatu
Média	20.5	23.9	23.0	23.0
Mediana	21.3	24.5	23.5	23.8
Máximo	26.8	31.5	30.3	30.0
Mínimo	9.5	12.5	14.0	13.0
Desvio-Padrão	3.4	3.4	2.6	2.8
Assimetria	-0.5	-0.3	-0.5	-0.6
Curtose	2.3	2.2	2.6	2.6
Observações	3287	3287	3287	3287

4.2 Especificação dos Contratos Selecionados

A temperatura base (T^{base}) utilizada para calcular os índices CDD e HDD foi de 20 °C. Esta escolha é arbitrária, porém permite uma maior frequência de índices HDD, uma vez que as cidades selecionadas possuem temperatura média superior a das cidades européias e japonesas onde a temperatura base utilizada é 18 °C.

¹² Não foi possível rejeitar a hipótese de igualdade entre as médias de temperatura de cada cidade, fato que não inviabiliza as análises realizadas posteriormente.

Foram definidos quatro *strikes* distintos de acordo com a metodologia descrita na Seção 3.2. O valor calculado para os *strikes* foi o seguinte: o *strike* para os contratos baseados no índice HDD de outubro a novembro (K_{OM}^{HDD}) ficou em 0 °C e os de abril a setembro (K_{AS}^{HDD}) ficou em 16 °C. Os *strikes* dos contratos baseados no índice CDD foram calculados como 150 °C para o período de outubro a março (K_{OM}^{CDD}) e 40 °C para o período de abril a setembro (K_{AS}^{CDD}).

O limite (L) dos *Swaps* e Opções foi estabelecido em R\$ 10.000 e o valor de cada ponto de índice (V) foi definido em R\$ 500. Cabe lembrar que o limite e o valor de ponto de índice valem para todos os contratos, independente do índice, cidade, contrato ou período. Desta forma, o limite será alcançado apenas quando, no caso de contratos baseados no índice CDD, a temperatura média mensal dos meses de outubro a março estiver acima de 25,7 °C e acima de 22,0 °C nos meses de abril a setembro. No caso dos contratos baseados no índice HDD, o limite só é atingido se a temperatura média mensal dos meses de outubro a março estiver abaixo de 20,7 °C e a temperatura mensal média de abril a setembro estiver abaixo de 21,2 °C. O quadro a seguir resume a especificação dos contratos.

Índice no qual contrato se baseia	Período	Strike (K) (graus-dia acumulado mensal)	Limites (L) de perdas e ganhos	Valor do Ponto de Índice (V)	Temperatura mensal média necessária para atingir o limite
HDD	Outubro a março	0 °C	R\$ 10.000	R\$ 500	20,7 °C
HDD	Abril a setembro	16 °C	R\$ 10.000	R\$ 500	21,2 °C
CDD	Outubro a março	150 °C	R\$ 10.000	R\$ 500	25,7 °C
CDD	Abril a setembro	40 °C	R\$ 10.000	R\$ 500	22,0 °C

Quadro 2 – Strike, Limites de perdas e ganhos e Valor do Ponto de Índice dos contratos especificados para apreamento em todas as cidades

Definidas as especificações dos contratos, podem-se mostrar agora os resultados de cada um dos modelos explorados para uma posterior análise. Por questões de simplificação, serão mostrados, para cada situação, os resultados de apenas uma ou duas cidades em meses que se considerem representativos de todos os meses das estações definidas (inverno, de abril a setembro, e verão, de outubro a março).

4.3 Análise Histórica

A primeira etapa da Análise Histórica consistiu no cálculo dos índices (CDD e HDD) mensais, a partir das temperaturas médias diárias calculadas e da temperatura base definida, utilizando as Equações (1) e (2). A Figura 2 apresenta a série de índices HDD e CDD dos meses de agosto e dezembro das cidades de Itajubá e Leopoldina. Itajubá é a cidade com temperaturas mais baixas no inverno e Leopoldina a cidade com temperaturas mais altas no verão, o que motivou a escolha destas cidades. O mês de agosto foi escolhido por representar bem a estação do inverno e o mês de dezembro por representar bem o verão.

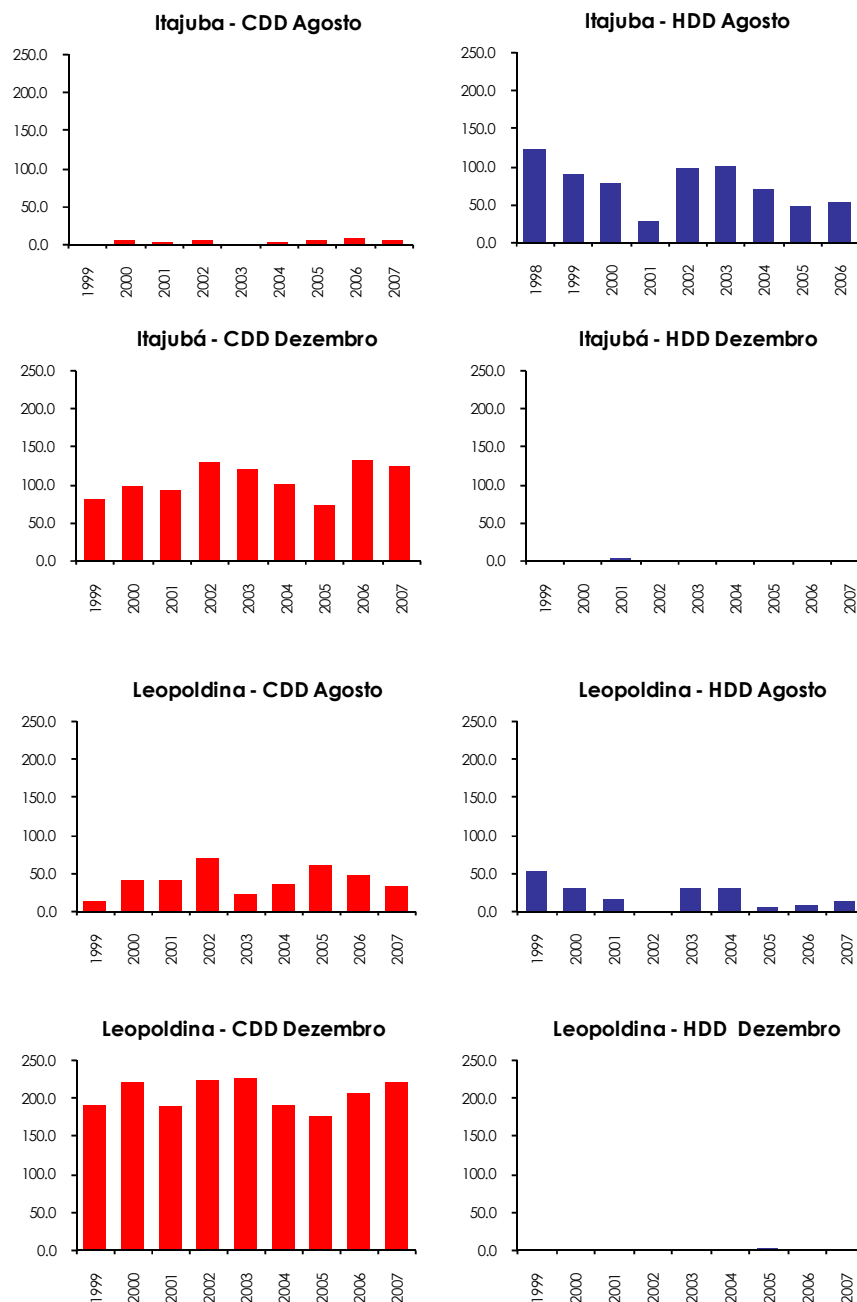


Figura 2 – Gráficos dos Índices HDD e CDD dos meses representativos de inverno e verão, agosto e dezembro (respectivamente), das cidades de Itajubá e Leopoldina (período de 1999 a 2007)

É interessante notar que, de forma geral, os índices HDD predominam nos meses de abril a setembro e os índices CDD predominam nos meses de outubro a março (daí a distinção de *strikes* para estes dois períodos).

Após o cálculo dos índices mensais, procedeu-se com a derivação da CDF empírica dos mesmos para posterior comparação com a CDF dos *payoffs* dos contratos. Foram selecionadas as cidades de Paracatu e Montes Claros, por não possuírem as temperaturas mais extremas da amostra de cidades, sendo que seus contratos nem sempre atingirão o limite de perda ou ganho, o que ocorre nos meses representativos de inverno e verão nas cidades de Itajubá e Leopoldina. Os meses representativos de inverno e verão nestas cidades são, respectivamente, julho em Paracatu e janeiro em Montes Claros.

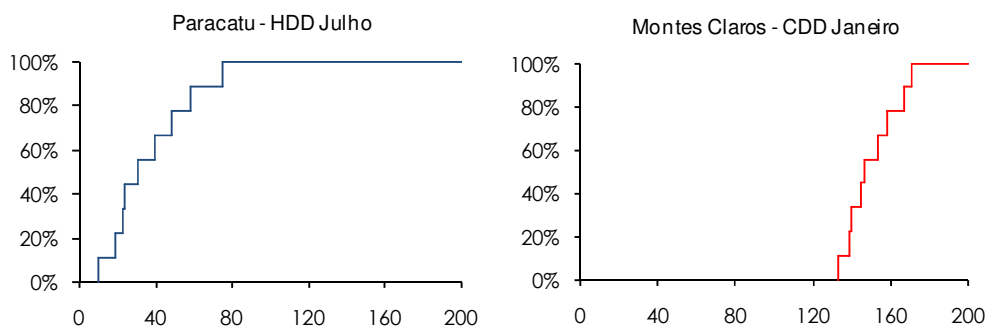


Figura 3 – CDF empírica dos Índices HDD de Paracatu e CDD de Montes Claros

O principal ponto a ser notado na Figura 3 é a forma recortada da CDF empírica dos índices obtidos através da Análise Histórica, como era esperado de séries históricas com poucas observações.

Em seguida, foram calculados para cada cidade os *payoffs* de cada um dos contratos escolhidos e derivadas as CDF empíricas dos *payoffs* dos contratos. Os gráficos da CDF dos *payoffs* dos contratos HDD do mês de julho da cidade de Paracatu podem ser observados na Figura 4. Nota-se que estas CDF são recortadas como a CDF do índice HDD apresentada na Figura 3.

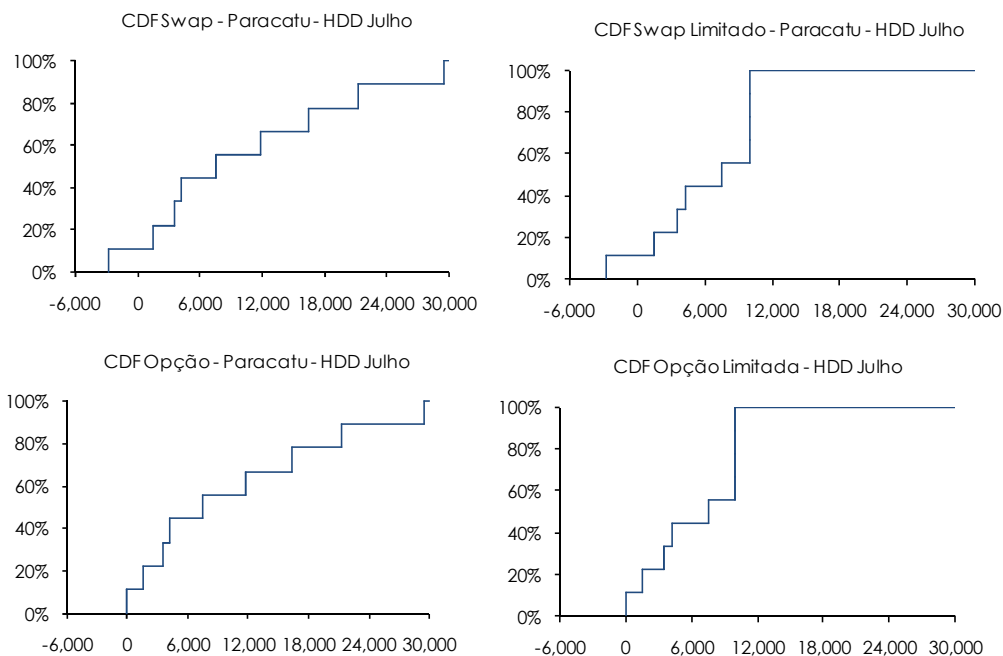


Figura 4 – CDF dos *payoffs* dos contratos HDD de julho da cidade de Paracatu segundo o modelo de Análise Histórica

Torna-se oportuno analisar as CDF dos *payoffs* dos contratos identificando nelas as propriedades dos contratos, além das informações sobre as distribuições probabilísticas. A CDF do *Swap* tem forma idêntica a do índice HDD, diferindo apenas pela escala introduzida pelo valor do ponto e pelo deslocamento horizontal introduzido pelo *Strike*. A comparação das CDF dos *Swaps* e Opções evidencia a diferença principal entre estes contratos. As CDF dos *payoffs* das Opções são idênticas à parte positiva das CDF dos *Swaps*, refletindo a propriedade das Opções de ter *payoffs* sempre positivos. As CDF dos contratos limitados também evidenciam sua principal diferença com relação aos normais: os *payoffs* são limitados em R\$ 10 mil e, no intervalo entre os limites inferior e superior, suas CDF são idênticas às dos contratos sem limites. Esta análise, apesar de apresentar conclusões já esperadas, a medida em que já se conhecem os contratos, contribui ao relacionar as CDF dos *payoffs* de cada contrato às suas propriedades. Sua realização não está restrita a

Análise Histórica, podendo ser equivalentemente realizada nos demais modelos, cujos resultados serão apresentados adiante.

As tabelas com as estatísticas (média e desvio-padrão) dos *payoffs* de cada um dos contratos em questão se encontram no Apêndice 2, discutido na Seção 4.6.

4.4 Modelagem de Índices

Conforme descrito na Seção 3.3.2, foi conduzida uma análise estatística dos índices CDD e HDD históricos objetivando definir a distribuição probabilística pela qual serão modelados. O resumo estatístico dos índices históricos de cada cidade encontra-se no Apêndice 1. Os resultados do teste Jarque-Bera, cuja hipótese nula é de normalidade dos dados em questão, indicam que, para a maioria das séries, não é possível rejeitar a hipótese nula de normalidade para os níveis de significância comumente utilizados (1% a 10%). Reduzindo o escopo da análise apenas aos índices significativos, observa-se que a hipótese nula de normalidade não é rejeitada em nenhum caso. Os índices não significativos podem ser identificados por valores médios bastante baixos, abaixo de 5 °C, e estão associados a meses em que o índice não é relevante, ou seja, meses em que derivativos sobre os índices não teriam utilidade. Bons exemplos destes casos são os índices HDD de dezembro a março da cidade de Leopoldina e os índices CDD de junho e julho da cidade de Itajubá.

Diante desta análise, optou-se por assumir que os índices são distribuídos normalmente. A estimação dos parâmetros foi realizada através do cálculo da média amostral e do desvio-padrão amostral dos dados, já apresentados nos resumos estatísticos do Apêndice 1.

Procedeu-se então com a derivação das distribuições dos *payoffs* de cada contrato através de Simulações de Monte Carlo. Para cada índice de cada cidade foram geradas mil realizações aleatórias seguindo a distribuição normal com os parâmetros estimados. Como pode ser constatado na Figura 5, após esta quantidade de simulações, os parâmetros já convergem satisfatoriamente para os valores-alvo.

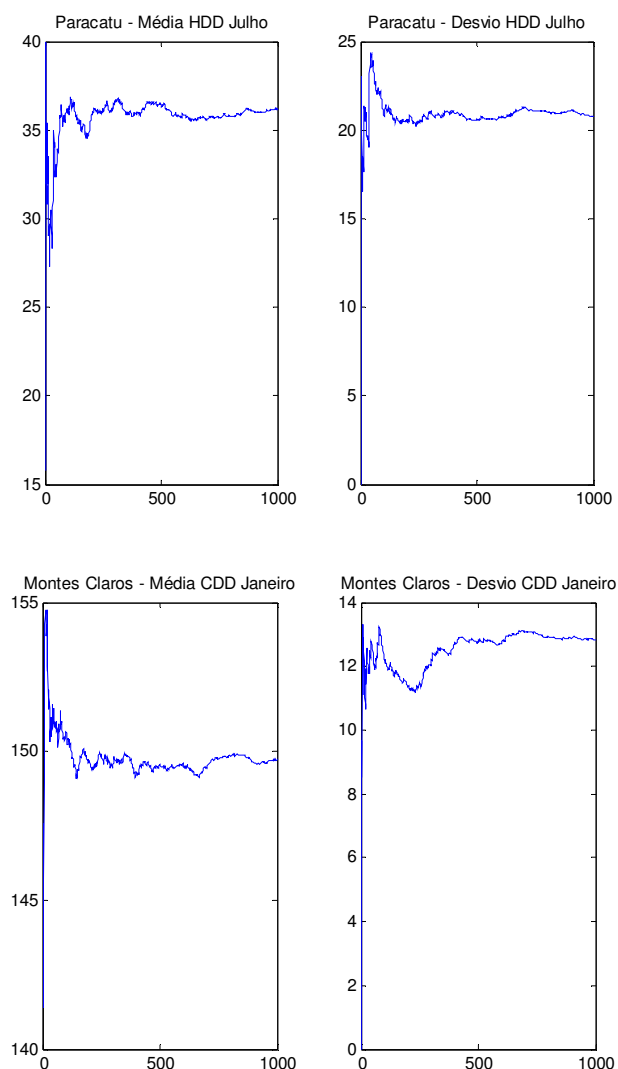


Figura 5 – Convergência da Média e do Desvio-Padrão dos índices HDD de julho da cidade de Paracatu e CDD de janeiro da cidade de Montes Claros

Conforme descrito na Seção 3.3.2, as realizações simuladas dos índices foram utilizadas na derivação da CDF dos *payoffs* dos contratos utilizando as Equações (9) a (12). O gráfico da CDF do índice CDD de janeiro da cidade de Montes Claros e os gráficos das CDF dos *payoffs* dos contratos CDD de janeiro da cidade de Montes Claros encontram-se nas Figuras 6 e 7, respectivamente. Nota-se que, diferentemente do apresentado na Análise Histórica, as CDF são bastante suaves, mostrando com mais precisão o comportamento dos *payoffs*.

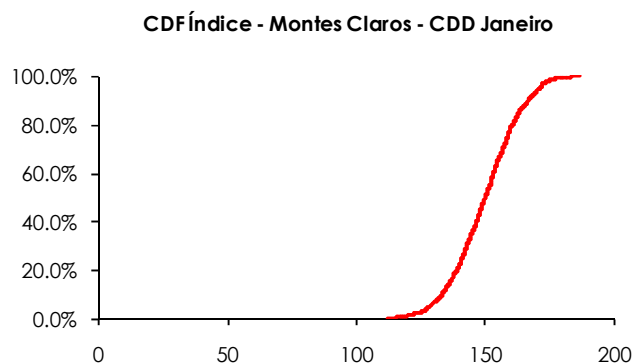


Figura 6 - CDF do Índice CDD de janeiro da cidade de Montes Claros, segundo a Modelagem de Índices

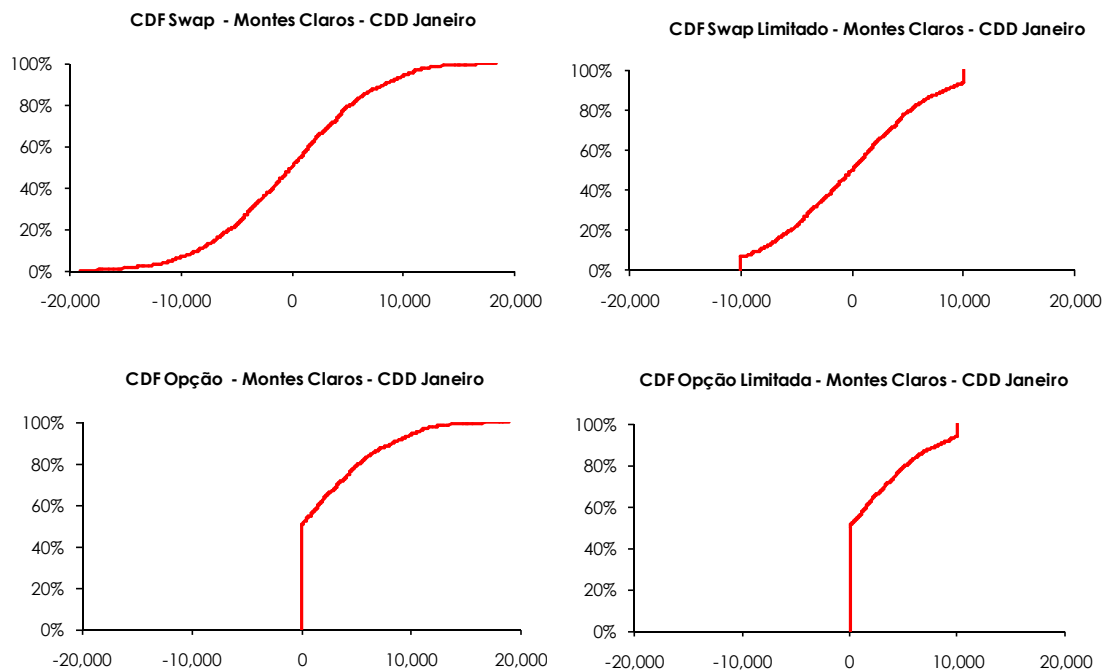


Figura 7 - CDF dos *payoffs* dos contratos CDD de janeiro da cidade de Montes Claros segundo a Modelagem de Índices

Deve-se notar que a mesma análise das relações entre as CDF e as propriedades dos contratos pode ser aplicada a Modelagem de Índices. As tabelas com as estatísticas (média e desvio-padrão) dos *payoffs* dos contratos encontram-se no Apêndice 2, sendo discutidas na Seção 4.6.

4.5 Modelagem de Dados Diários

Conforme descrito na Seção 3.3.3, a primeira etapa da Modelagem de Dados Diários consistiu em modelar as séries de dados diários de temperatura de cada uma das cidades utilizando uma Regressão Linear Múltipla. A sazonalidade foi

modelada utilizando *dummies* mensais¹³. A correção da heterocedasticidade e da autocorrelação das séries foi realizada através do método de Newey-West¹⁴. Por fim, os resíduos foram modelados utilizando-se um termo Autoregressivo de ordem 1, AR(1), como parâmetro da RLM. Este foi considerado o melhor *fit* para a RLM¹⁵. O modelo estocástico para as temperaturas é representado pelas seguintes equações:

$$T_t = I_t' D + \mu_t \quad (19)$$

$$\mu_t = \rho \mu_{t-1} + \varepsilon_t \quad (20)$$

Onde T_t é a da temperatura média estimada para o dia t , I_t é o vetor coluna de 12 linhas com valores 0 ou 1 onde, para cada linha, a célula assume valor 1 se a data correspondente possuir mês de mesmo valor que a posição da linha, D é o vetor coluna com os coeficientes das *dummies*, μ_t é o resíduo no dia t , modelado pelo termo AR(1), sendo explicado pela Equação (20). Nesta equação, ρ é o coeficiente do termo autoregressivo AR(1), μ_{t-1} é o resíduo no dia $t-1$ e o termo ε_t é o erro aleatório.

¹³ Foi testada a utilização de uma RLM com *dummies* sazonais (1 *dummy* por estação do ano), no entanto a RLM com *dummies* mensais apresentou melhores resultados. A escolha do melhor método de dessazonalização das séries foge do escopo do trabalho e não será apresentada.

¹⁴ Para mais informações, vide Newey, Whitney e West (1987).

¹⁵ Foi testada a utilização de outros termos ARMA, como o AR(2), AR(3), MA(1), MA(2), ARMA(1,1), ARMA(1,2), ARMA(2,1) e ARMA(2,2), no entanto, o AR(1) apresentou um AIC maior. A escolha do melhor modelo ARMA foge do escopo do trabalho e não será apresentada.

A tabela com o resumo dos principais dados da RLM e o gráficos com os dados observados, dados ajustados e resíduos da RLM realizada na cidade de Montes Claros se encontram na Tabela 2 e na Figura 8 abaixo, respectivamente.

Tabela 2 - Resultados da Regressão realizada com os dados de temperatura média diária da cidade de Montes Claros

Variável	Coefficiente	Estatística t	p-valor
d_1	24.92	146.91	0.00
d_2	24.72	157.04	0.00
d_3	24.29	157.41	0.00
d_4	23.12	101.63	0.00
d_5	21.84	87.72	0.00
d_6	20.09	102.53	0.00
d_7	19.99	96.47	0.00
d_8	21.00	70.16	0.00
d_9	22.62	76.58	0.00
d_{10}	24.25	89.44	0.00
d_{11}	24.50	109.00	0.00
d_{12}	24.70	144.85	0.00
$AR(1)$	0.78	49.31	0.00
R^2		0.85	
R^2 ajustado		0.85	
Desvio-padrão da Regressão		1.00	
Akaike Info Criterion (AIC)		2.84	
Durbin-Watson		1.82	
Raízes Inversas AR		0.78	

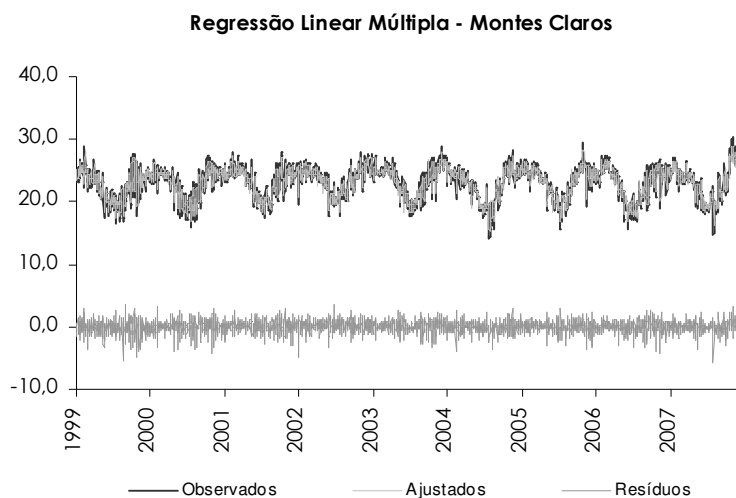


Figura 8 – Gráfico com os dados Observados, Ajustados e Resíduos da Regressão Linear Múltipla realizada com os dados de temperatura média da cidade de Montes Claros.

É importante notar nos resultados da RLM que todos os coeficientes são estatisticamente significativos e o R^2 calculado é bastante alto. O gráfico da Figura 8 apresenta os resíduos descorrelacionados, sendo mais um indicador da qualidade da modelagem pela regressão.

Os dados fornecidos pela Regressão (coeficientes das *dummies*, coeficiente do AR(1), desvio-padrão dos erros, último valor ajustado e último valor observado calculados) foram então utilizados como parâmetros da Simulação de Monte Carlo. Com a simulação foi possível derivar as CDF dos *payoffs* dos contratos.

O gráfico da CDF do índice CDD de janeiro da cidade de Montes Claros, assim como os gráficos das CDF dos *payoffs* utilizando a SMC encontram-se nas Figuras 9 e 10, respectivamente. Assim como na Modelagem de Índices, as CDF dos *payoffs* são suaves, ilustrando bem o funcionamento dos contratos.

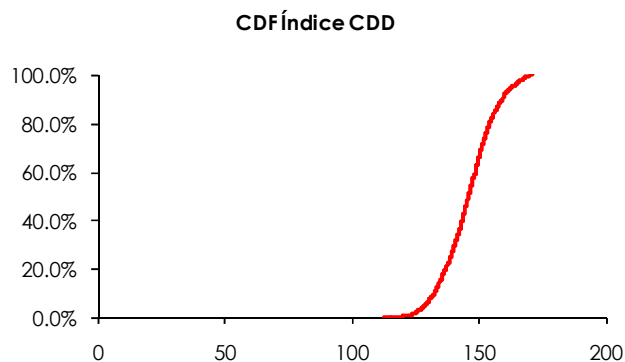


Figura 9 - CDF do Índice CDD de janeiro da cidade de Montes Claros, segundo a Modelagem de Dados Diários

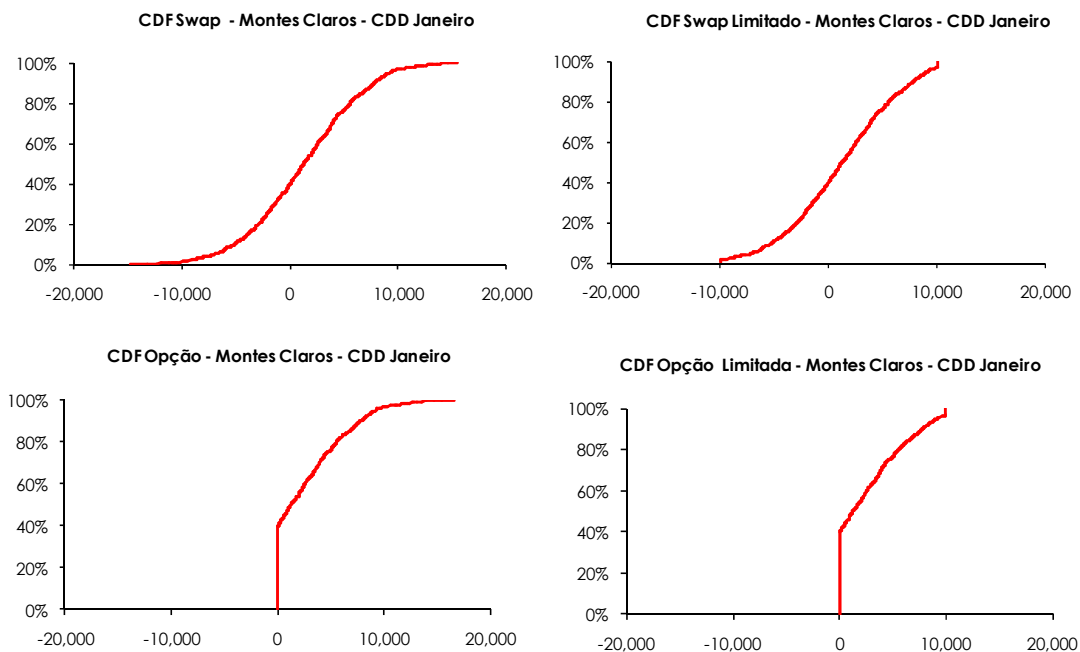


Figura 10 - CDF dos *payoffs* dos contratos CDD de janeiro da cidade de Montes Claros segundo a Modelagem de Dados Diários

Cabe notar que a mesma análise das relações entre as CDF e as propriedades dos contratos pode ser aplicada a Modelagem de Dados Diários. As tabelas com as estatísticas (média e desvio-padrão) dos *payoffs* dos contratos encontram-se no Apêndice 2, sendo discutidas na Seção 4.6, a seguir.

4.6 Análise Geral dos Resultados

O Apêndice 2 apresenta as tabelas com as estatísticas dos *payoffs* dos contratos sobre cada um dos índices de acordo com cada um dos modelos analisados. De forma geral, pode-se notar que a Análise Histórica estima preços por vezes similares aos preços fornecidos pela Modelagem de Índices e por vezes similares aos dos fornecidos pela Modelagem de Dados Diários, apesar de sua simplicidade. Isto pode ser notado, por exemplo, na Tabela 1 do Apêndice 2, que fornece as médias dos *payoffs* dos contratos baseados em índices CDD para a

cidade de Itajubá. Nota-se, neste caso, que as médias fornecidas pela Análise Histórica se assemelham às médias fornecidas pela Modelagem de Dados Diários. Por outro lado, a Tabela 2 do Apêndice 2 fornece as médias dos *payoffs* dos contratos baseados em índices CDD para a cidade de Leopoldina. Neste caso, as médias fornecidas pela Análise Histórica se assemelham às médias fornecidas pela Modelagem de Índices.

Os preços fornecidos por cada um dos modelos passam a ter uma diferenciação maior caso a Calibragem de Risco seja adotada utilizando o desvio-padrão como medida do grau de aversão ao risco dos agentes. Nota-se que os contratos cujos preços são fornecidos pela Análise Histórica são muitas vezes mais penalizados por possuir maiores desvios-padrão, como é o caso, por exemplo, dos contratos baseados em índices HDD para a cidade de Leopoldina (Tabela 6 do Apêndice 2).

Vale ressaltar que, apesar dos preços dos contratos segundo a Análise Histórica serem similares aos dos demais modelos, as CDF dos *payoffs* dos contratos segundo a Modelagem de Índices e Dados Diários são notadamente mais suaves, permitindo uma representação mais precisa do comportamento dos contratos.

5 Conclusão

O presente trabalho teve como principal objetivo explorar o potencial de mercado de derivativos climáticos no Brasil por meio de um estudo dos modelos atuariais de apreamento atualmente utilizados no exterior. Estes modelos foram selecionados por serem considerados ideais em mercados onde os derivativos climáticos inexistem, como é o caso do Brasil.

A análise dos modelos atuariais foi realizada através de exercícios empíricos que utilizaram dados de temperatura de quatro cidades brasileiras, situadas no estado de Minas Gerais: Itajubá, Leopoldina, Montes Claros e Paracatu. A variável de clima escolhida foi a temperatura por ser esta a mais utilizada atualmente no exterior e por se acreditar que esta é a que mais afeta, pelo menos de forma direta, a economia brasileira.

Foram explorados *Swaps* e Opções com e sem limite, contratos atualmente negociados na CME, que atendem a diferentes necessidades e apetites por risco. Para estes contratos, foram estabelecidas especificações únicas para todas as cidades, uma vez que (i) as cidades selecionadas encontram-se relativamente próximas umas das outras, apresentando clima similar; (ii) a comparação dos *payoffs* encontrados é facilitada se as especificações dos contratos forem uniformes e (iii) isto cria a possibilidade de obter *payoffs* positivos e negativos para todas as cidades, de forma a ilustrar o funcionamento dos contratos de forma mais abrangente.

Diante disto, este trabalho desenvolve um estudo pioneiro no Brasil, ao propor e desenvolver contratos de derivativos climáticos que se adequem à realidade brasileira e ao sugerir e apresentar os modelos de apreamento considerados ideais

para estes contratos em um mercado ainda inexistente. Pode-se dizer que, este trabalho se diferencia dos estudos realizados até o presente momento no Brasil. O trabalho de Dore (2006) objetivou explorar a modelagem de séries temporais de temperaturas diárias no Rio de Janeiro, estando relacionado a Modelagem de Dados Diários para o apreamento de derivativos climáticos. Rodrigues (2007), por sua vez, objetivou analisar e criticar as metodologias existentes de gerenciamento de risco no setor elétrico através do uso de derivativos, sugerindo a possibilidade de utilização de derivativos climáticos.

Ainda como parte do objetivo principal, buscou-se analisar a adequação dos modelos atuariais no apreamento de derivativos climáticos nas cidades selecionadas, discutindo as principais vantagens e desvantagens na utilização de cada um deles.

A Análise Histórica pode ser facilmente implementada em todas as cidades analisadas por não apresentar qualquer tipo de restrição quanto aos dados que devem ser utilizados. Além disso, notou-se que os preços estimados eram na maior parte das vezes similares aos dos demais modelos. Entende-se assim que este modelo poderia ser facilmente aplicado em qualquer cidade brasileira, uma vez obtidos os dados climáticos históricos que se deseja utilizar.

Tanto na Modelagem de Índices quanto na Modelagem de Dados Diários foi possível notar uma representação precisa das CDF do *payoff* dos contratos. No caso da Modelagem de Índices não foi avaliada a utilização de outra distribuição, além da distribuição normal, para modelar os índices. Portanto, apesar das séries de índices se ajustarem bem a uma distribuição normal, pode ser que esta não seja a melhor distribuição para modelar os índices das cidades analisadas ou os índices de outras cidades brasileiras. Recomenda-se assim uma análise mais extensa da melhor

distribuição para os índices da cidade que se deseja estudar. Na Modelagem de Dados Diários, por sua vez, optou-se por realizar a modelagem estocástica dos dados diários através da Regressão Linear Múltipla com *dummies* mensais que modelaram a sazonalidade das séries e um termo AR(1) que modelou os resíduos, além das correções de heterocedasticidade e autocorrelação serial realizadas pelo método de Newey-West. Cabe colocar que outros modelos estocásticos poderiam ter sido utilizados e não se sabe se a Regressão Linear Múltipla realizada é o método mais adequado de modelar os dados, apesar de ter fornecido resultados satisfatórios. Além disso, optou-se por derivar a distribuição probabilística do *payoff* dos contratos através de Simulações de Monte Carlo, método considerado mais adequado para o apreçamento de contratos mais complexos como as Opções.

Vale ressaltar que, apesar de as cidades selecionadas não se destacarem pela relevância econômica, pode-se afirmar que os resultados são bastante representativos e podem ser estendidos a outras cidades, uma vez que os exercícios apresentados são facilmente replicáveis através da utilização da metodologia sugerida. No entanto, cabe mencionar que os dados coletados de três em três horas por vezes indicavam a mesma temperatura mínima e máxima ao longo do dia, podendo ser irreais as temperaturas mínima e máxima encontradas em alguns dias da série de dados. Assim, a influência desta falha nos resultados obtidos em cada um dos modelos não deve ser ignorada, sugerindo-se a busca por fontes de séries de dados climáticos mais precisas em pesquisas futuras.

Acredita-se que a busca por uma fonte de dados confiável e precisa seria a principal dificuldade na criação de um mercado de derivativos climáticos no Brasil. Além disso, por ser um mercado ainda inexplorado, existem diversas frentes a serem levantadas acerca da utilização de derivativos climáticos no país. Como sugestões

de pesquisas futuras, pode-se citar: (i) a utilização de dados que passem por controle de qualidade; (ii) a utilização de séries de dados mais longas, buscando avaliar qual seria a extensão de série ideal; (iii) a análise dos modelos atuariais utilizando dados de temperatura em outras cidades, preferencialmente de maior importância econômica; (iv) a criação de contratos utilizando outros índices (CAT, AAT, entre outros); (v) a criação de contratos que se baseiem em outras variáveis, como precipitação e vento, também relevantes para alguns setores da economia brasileira e (vi) a análise de portfólios e as vantagens em relação à negociação de derivativos isolados apenas.

Estas pesquisas certamente ajudariam a definir as cidades ou regiões onde estes contratos seriam mais úteis, os tipos de contrato, variáveis climáticas e índices mais adequados, assim como a estabelecer as especificações que melhor refletem as condições climáticas brasileiras. A partir disto, o mercado brasileiro de derivativos climáticos poderia finalmente ser criado.

Referências Bibliográficas

- Alaton, P.; B. Djehiche; D. Stillberger (2002). *On Modelling and Pricing Weather Derivatives*. Applied Mathematical Finance, 9(1): p. 1–20.
- Benth, F. (2003). *Arbitrage-free pricing of weather derivatives based on fractional Brownian motion*. Applied Mathematical Finance, vol. 10, p. 303-324.
- Benth, F.; J. Saltyt (2005), *Stochastic modelling of temperature variations with a view towards weather derivatives*. Applied Mathematical Finance, vol. 12, p. 53-85.
- Brix, A.; S. Jewson; C. Ziehmman (2002). *Weather Derivative Modelling and Valuation: a Statistical Perspective, in Climate Risk and the Weather Market*, Chapter 8, p. 127-150. Risk Books.
- Brockett, P.; M. Wang; C. Yang (2005). *Weather Derivatives and Weather Risk Management*. Risk Management and Insurance Review, Vol.8, No. 1, p. 127-140.
- Caballero, R.; S. Jewson; A. Brix (2002). *Long Memory in Surface Air Temperature: Detection, Modelling and Application to Weather Derivative Valuation*. Climate Research, vol. 21, p. 127-140.
- Cao, M.; J. Wei (2000). *Pricing the Weather*. Risk, 13(5): p. 67–70.
- Cao, M.; J. Wei (2003). *Weather Derivatives Valuation and Market Price of Weather Risk*. Journal of Futures Markets, 24(11): p. 1065–89.
- CME (2006). *An Introduction to CME Weather Products*. Disponível em <<http://www.cme.com/edu/res/bro/cmeweather.html>>. Acesso em: 14 maio 2007.
- Davis, M. (2001). *Pricing Weather Derivatives by Marginal Value*. Quantitative Finance, 1(1): p. 305–8.
- Dischel, B. (1998). *Black-Scholes Won't Do*. Risk, Energy and Power Risk Management, 11(10): 8–9.
- Dore, B. (2006). *Modelagem de Séries Temporais focada no Apreçamento de Derivativos Climáticos*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- Dornier, F.; M. Queruel (2000). *Caution to the Wind, Energy Power and Risk Management*. Weather Risk Report 8, p. 30-32.
- Energy Hedge Funds. 2005. *Weather Derivatives Starting to Rocket*. Disponível em <<http://www.EnergyHedgeFunds.com>>. Acesso em: 30 junho 2007.
- Garman, M.; C. Blanco; R. Erickson (2000). *Weather Derivatives: Instruments and Pricing Issues*. Environmental Finance.

- Geman, H. (1999). *The Bermuda triangle: weather, electricity and insurance derivatives*. Insurance and Weather Derivatives, p. 197-204. Risk Books.
- Jewson, S. (2004a). *Introduction to Weather Derivative Pricing*. Risk Management Solutions, Londres. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=557831>>.
- Jewson, S. (2004b). *Weather Derivative Pricing and the Potencial Accuracy of Daily Temperature Modelling*. Risk Management Solutions, Londres. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=535122>>.
- Jewson, S.; A. Brix (2000). *Modelling Weather Derivatives Portfolios*. Environmental Finance, vol. 11.
- Jewson, S.; A. Brix (2004). *Weather Derivative Pricing and the Year Ahead Forecasting of Temperature, Part 1: Empirical Results*. Risk Management Solutions, Londres. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=535142>>.
- Jewson, S.; A. Brix (2005). *Weather Derivative Valuation. The Meteorological, Statistical, Financial and Mathematical Foundations*. Cambridge University Press, UK.
- Jewson, S.; R. Caballero (2003). *Seasonality in the Dynamics of Surface Air Temperature and the Pricing of Weather Derivatives*. Meteorological Applications, 10(4): p. 377-389.
- Jewson, S.; Zervos (2003). *No-Arbitrage Pricing of Weather Derivatives in the Presence of a Liquid Swap Market*. Submetido ao International Journal of Theoretical and Applied Finance.
- Moreno, M. (2000). *Riding the Temp*. Futures and Options World, Novembro.
- Moreno, M.; O. Roustant (2002). *Modelisation de la temperature: application aux derives climatiques*. La reassurance, approche technique, cap. 29, Economica.
- Newey, W.; K. West (1987). *A Simple Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix*. Econometrica, 55, p. 703–8.
- Richards, T.; M. Manfredo; D. Sanders (2004). *Pricing Weather Derivatives*. American Journal of Agricultural Economics, 86(4): p.1005-17.
- Rodrigues, R. (2007). *Gerenciamento de Risco no Setor Elétrico Brasileiro através do Uso de Derivativos*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Torro, H.; V. Meneu; E. Valor (2001). *Single factor Stochastic Models with Seasonality Applied to Underlying Weather Derivatives Variables*. Technical Report 60, European Financial Management Association.
- Zeng, L. (2000). *Pricing Weather Derivatives*. Journal of Risk Finance, 1(3): p. 72-78.

Sites visitados:

<http://www.cme.com\weather>, primeiro acesso em 31 jul. 2006

<http://www.cptec.inpe.gov>, primeiro acesso em 28 nov. 2006

<http://www.wrma.org>, primeiro acesso em 02 jan. 2007

Apêndices

Apêndice 1 – Análise Estatística das séries de Índices mensais de HDD e CDD

Itajubá – CDD

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	115,5	101,7	96,6	48,7	4,4	0,2	0,1	3,5	22,8	68,2	72,9	104,6
Mediana	117,0	103,5	100,3	52,0	3,3	0,0	0,0	4,0	22,5	68,3	78,5	99,8
Máximo	125,3	130,5	133,0	80,5	14,5	2,0	0,5	8,5	44,8	109,8	98,3	130,5
Mínimo	96,8	68,8	47,5	27,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	26,0	27,8	71,0
Desvio-Padrão	9,7	23,1	24,3	16,5	4,4	0,7	0,2	2,6	13,7	32,5	19,8	22,2
Assimetria	-0,8	-0,3	-0,6	0,5	1,4	2,5	2,5	0,3	0,3	-0,1	-1,2	-0,1
Curiose	2,5	1,6	3,2	2,6	4,2	7,1	7,1	2,7	2,0	1,4	4,2	1,6
Jarque-Bera	0,97	0,88	0,55	0,41	3,37	15,57	15,57	0,19	0,56	0,96	2,82	0,77
Probabilidade	61,6%	64,4%	75,8%	81,3%	18,5%	0,0%	0,0%	90,8%	75,5%	61,9%	24,4%	67,9%
Soma	1039,5	915,5	869,3	438,6	39,3	2,0	0,5	31,3	205,0	614,0	656,3	941,3
Soma Desv. Quad.	760,1	4255,8	4709,8	2177,8	156,0	3,6	0,2	56,1	1497,6	8436,7	3143,4	3927,8
Observações	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Quadro 1 – Resumo estatístico das séries históricas mensais do índice CDD da cidade de Itajubá

Itajubá – HDD

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	0,3	0,4	0,5	10,5	86,7	103,6	120,0	75,8	29,3	6,4	6,4	0,4
Mediana	0,0	0,0	0,0	6,0	83,0	91,0	118,3	76,5	32,8	4,0	3,0	0,0
Máximo	1,8	1,8	3,3	33,3	126,0	140,8	163,0	121,8	45,8	19,3	23,3	3,3
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	54,3	73,5	98,3	28,0	4,5	0,0	0,0	0,0
Desvio-Padrão	0,6	0,7	1,1	11,8	24,7	25,4	22,0	29,6	15,8	7,2	8,0	1,1
Assimetria	2,2	1,4	2,3	1,0	0,1	0,3	0,9	-0,1	-0,5	0,9	1,2	2,5
Curiose	6,1	2,9	6,6	2,6	1,8	1,6	2,6	2,1	1,8	2,3	3,1	7,1
Jarque-Bera	10,50	2,79	12,64	1,53	0,54	0,86	1,26	0,35	0,90	1,48	2,08	15,57
Probabilidade	0,5%	24,8%	0,2%	46,5%	76,2%	65,0%	53,4%	83,8%	63,7%	47,8%	35,3%	0,0%
Soma	2,3	3,3	4,3	94,5	780,5	932,3	1080,3	681,9	264,0	57,8	57,8	3,3
Soma Desv. Quad.	2,8	4,1	9,1	1110,6	4868,6	5151,8	3887,3	6998,3	1988,4	409,3	509,6	9,4
Observações	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Quadro 2 - Resumo estatístico das séries históricas mensais do índice HDD da cidade de Itajubá

Leopoldina – CDD

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	221,7	206,8	212,3	152,6	64,3	23,6	17,1	39,3	78,1	139,6	159,0	204,2
Mediana	228,5	211,5	222,3	152,0	56,3	15,3	22,8	38,8	77,0	134,3	168,5	204,3
Máximo	241,0	233,8	229,5	187,9	113,8	47,5	26,0	68,3	93,8	182,8	186,3	224,8
Mínimo	183,0	178,3	177,0	117,8	36,0	8,0	2,0	12,8	59,5	70,8	91,8	176,3
Desvio-Padrão	18,1	21,5	20,5	22,8	24,2	15,1	8,4	17,0	12,3	38,7	28,3	18,0
Assimetria	-1,0	-0,1	-0,8	-0,3	0,9	0,4	-0,6	0,2	-0,1	-0,4	-1,6	-0,2
Curiose	3,3	1,6	1,9	2,3	2,9	1,5	2,0	2,4	1,7	2,0	4,7	1,5
Jarque-Bera	1,62	0,77	1,39	0,35	1,25	1,04	0,99	0,20	0,61	0,64	4,90	0,89
Probabilidade	44,6%	68,0%	49,8%	84,0%	53,6%	59,5%	60,9%	90,6%	73,7%	72,7%	8,6%	64,1%
Soma	1995,5	1861,3	1910,5	1373,4	579,0	212,0	154,3	353,8	702,5	1256,3	1431,3	1837,5
Soma Desv. Quad.	2622,3	3702,6	3355,1	4160,9	4688,9	1829,0	563,4	2301,2	1207,3	12006,0	6386,8	2591,4
Observações	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Quadro 3 - Resumo estatístico das séries históricas mensais do índice CDD da cidade de Leopoldina

Leopoldina – HDD

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	0,0	0,0	0,0	0,3	11,1	14,2	27,8	19,8	4,8	1,8	1,1	0,2
Mediana	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	13,5	28,3	14,8	3,0	0,8	0,3	0,0
Máximo	0,0	0,0	0,0	1,3	26,5	25,8	43,0	50,8	12,0	10,0	4,0	1,5
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,0	6,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Desvio-Padrão	0,0	0,0	0,0	0,5	7,5	8,0	10,9	16,1	4,2	3,2	1,6	0,5
Assimetria				1,3	0,7	0,0	-0,6	0,6	0,6	2,2	0,9	2,5
Curtose				2,7	3,2	1,6	3,1	2,4	1,9	6,4	2,0	7,1
Jarque-Bera				2,43	0,81	0,75	0,49	0,65	1,02	11,70	1,50	15,57
Probabilidade				29,7%	66,8%	68,7%	78,2%	72,3%	60,1%	0,3%	47,1%	0,0%
Soma	0,0	0,0	0,0	2,8	99,8	128,0	249,8	178,5	43,3	15,8	10,0	1,5
Soma Desv. Quad.	0,0	0,0	0,0	2,3	450,4	511,1	947,6	2080,4	143,6	81,1	20,3	2,0
Observações	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Quadro 4 - Resumo estatístico das séries históricas mensais do índice HDD da cidade de Leopoldina

Montes Claros – CDD

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	150,3	137,3	141,8	106,9	53,9	11,1	12,5	33,5	81,2	146,4	142,1	152,2
Mediana	146,5	134,8	145,3	107,3	50,8	11,3	7,0	36,5	85,0	155,0	133,0	143,5
Máximo	170,8	168,5	166,3	132,3	84,3	22,0	30,0	50,8	113,0	181,1	208,3	192,5
Mínimo	133,5	114,5	115,8	90,5	27,0	1,3	3,5	15,5	46,5	121,6	89,5	125,8
Desvio-Padrão	13,0	16,6	19,6	15,0	17,6	7,4	8,8	14,3	21,5	21,2	32,4	23,2
Assimetria	0,4	0,7	-0,1	0,4	0,4	0,1	0,8	-0,2	-0,2	0,2	0,6	0,5
Curtose	1,8	2,6	1,5	1,8	2,5	1,8	2,5	1,4	2,0	1,7	3,5	2,0
Jarque-Bera	0,74	0,84	0,82	0,77	0,31	0,55	1,09	1,02	0,39	0,72	0,57	0,79
Probabilidade	69,2%	65,6%	66,4%	68,2%	85,8%	76,0%	57,9%	60,0%	82,1%	69,8%	75,3%	67,2%
Soma	1352,3	1235,3	1276,3	962,5	485,3	100,0	112,3	301,6	731,0	1317,3	1278,5	1369,8
Soma Desv. Quad.	1359,6	2217,8	3058,0	1799,0	2489,8	441,9	625,9	1626,9	3684,1	3603,1	8391,2	4313,0
Observações	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Quadro 5 - Resumo estatístico das séries históricas mensais do índice CDD da cidade de Montes Claros

Montes Claros – HDD

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	0,0	0,0	0,0	0,3	6,4	19,9	28,3	17,3	1,5	0,4	0,8	0,1
Mediana	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	14,3	24,5	16,5	1,5	0,0	0,0	0,0
Máximo	0,0	0,0	0,0	1,8	15,5	45,0	58,8	33,5	3,8	3,5	3,8	0,5
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desvio-Padrão	0,0	0,0	0,0	0,6	5,3	14,2	17,5	13,3	1,5	1,2	1,3	0,2
Assimetria				2,2	0,4	0,6	0,8	0,0	0,3	2,5	1,5	2,5
Curtose				6,1	1,9	2,1	2,4	1,5	1,7	7,1	4,0	7,1
Jarque-Bera				10,50	0,69	0,76	1,01	0,83	0,85	15,57	3,79	15,57
Probabilidade				0,5%	71,0%	68,5%	60,4%	66,2%	65,4%	0,0%	15,0%	0,0%
Soma	0,0	0,0	0,0	2,3	57,5	179,5	255,0	156,1	13,3	3,5	7,0	0,5
Soma Desv. Quad.	0,0	0,0	0,0	2,8	228,8	1620,6	2447,3	1417,3	16,9	10,9	13,7	0,2
Observações	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Quadro 6- Resumo estatístico das séries históricas mensais do índice HDD da cidade de Montes Claros

Paracatu – CDD

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	157,4	145,4	143,4	104,0	40,1	5,5	11,9	30,6	90,8	154,2	153,3	150,3
Mediana	156,5	146,8	146,8	108,5	31,5	5,8	9,3	35,0	92,5	150,3	155,8	143,5
Máximo	179,3	166,0	158,5	122,3	83,3	12,0	21,3	46,5	128,0	191,0	182,5	177,5
Mínimo	127,8	119,8	128,3	80,0	21,5	0,0	0,5	8,5	62,8	112,5	105,5	123,5
Desvio-Padrão	19,6	14,7	12,9	15,4	21,8	3,9	7,2	13,7	18,3	27,1	25,7	18,9
Assimetria	-0,2	-0,2	-0,1	-0,4	1,1	0,1	0,0	-0,4	0,5	0,0	-0,5	0,1
Curtose	1,6	2,2	1,3	1,8	2,8	2,1	1,7	2,0	3,3	1,8	2,3	1,7
Jarque-Bera	0,84	0,35	1,15	0,82	1,87	0,28	0,62	0,68	0,46	0,54	0,51	0,60
Probabilidade	65,8%	84,1%	56,3%	66,3%	39,2%	86,8%	73,2%	71,0%	79,4%	76,4%	77,6%	74,2%
Soma	1417,0	1309,0	1290,5	936,1	360,8	49,8	107,0	275,0	817,3	1387,8	1379,3	1352,5
Soma Desv. Quad.	3077,8	1731,2	1338,3	1905,3	3791,1	120,8	418,6	1500,6	2691,8	5875,8	5274,6	2868,2
Observações	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Quadro 7- Resumo estatístico das séries históricas mensais do índice CDD da cidade de Paracatu

Paracatu – HDD

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	0,3	0,0	0,0	0,1	13,8	34,0	36,6	21,1	1,3	0,4	0,0	0,0
Mediana	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	30,5	31,0	16,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Máximo	2,3	0,0	0,0	0,8	26,8	63,5	75,0	52,5	4,5	4,0	0,0	0,3
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	10,5	10,5	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desvio-Padrão	0,8	0,0	0,0	0,3	8,2	16,0	20,8	17,4	1,7	1,3	0,0	0,1
Assimetria	2,5			1,5	0,1	0,5	0,6	0,7	0,8	2,5		2,5
Curtose	7,1			3,5	2,2	2,5	2,3	2,1	2,2	7,1		7,1
Jarque-Bera	15,57			3,50	0,27	0,49	0,74	0,94	1,25	15,57		15,57
Probabilidade	0,0%			17,3%	87,4%	78,4%	69,2%	62,3%	53,4%	0,0%		0,0%
Soma	2,3	0,0	0,0	1,3	124,5	306,0	329,8	189,8	12,0	4,0	0,0	0,3
Soma Desv. Quad.	4,5	0,0	0,0	0,6	532,8	2051,1	3463,9	2416,6	23,6	14,2	0,0	0,1
Observações	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Quadro 8- Resumo estatístico das séries históricas mensais do índice HDD da cidade de Paracatu

Apêndice 2 – Síntese dos Resultados

Contratos baseados em índices CDD

Tabela 1 - Média e desvio-padrão dos payoffs dos contratos baseados em índices CDD apreçados segundo todos os modelos. Cidade: Itajubá

Estatísticas	Contrato	Modelo	Estatística dos Payoffs de contratos baseados em índices CDD - Itajubá												
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Média	Swap	Histórico	(R\$ 17.250)	(R\$ 24.139)	(R\$ 26.708)	R\$ 4.368	(R\$ 17.819)	(R\$ 19.889)	(R\$ 19.972)	(R\$ 18.264)	(R\$ 8.611)	(R\$ 40.889)	(R\$ 38.542)	(R\$ 22.708)	
		Índices	(R\$ 17.198)	R\$ 178	R\$ 241	(R\$ 2.587)	R\$ 35.680	R\$ 44.325	R\$ 52.366	R\$ 29.514	R\$ 6.623	R\$ 3.291	R\$ 3.192	R\$ 166	
		Dados Diários	(R\$ 21.530)	(R\$ 26.899)	(R\$ 34.429)	(R\$ 3.306)	(R\$ 18.865)	(R\$ 19.798)	(R\$ 19.915)	(R\$ 18.996)	(R\$ 10.785)	(R\$ 48.881)	(R\$ 40.178)	(R\$ 28.009)	
	Swap Limitado	Histórico	(R\$ 10.000)	(R\$ 9.972)	(R\$ 9.833)	R\$ 3.181	(R\$ 10.000)	(R\$ 10.000)	(R\$ 10.000)	(R\$ 10.000)	(R\$ 6.639)	(R\$ 10.000)	(R\$ 10.000)	(R\$ 9.972)	
		Índices	(R\$ 9.819)	R\$ 178	R\$ 241	(R\$ 2.355)	R\$ 9.935	R\$ 9.980	R\$ 10.000	R\$ 9.477	R\$ 4.814	R\$ 3.233	R\$ 3.096	R\$ 166	
		Dados Diários	(R\$ 9.935)	(R\$ 9.999)	(R\$ 10.000)	(R\$ 3.225)	(R\$ 10.000)	(R\$ 10.000)	(R\$ 10.000)	(R\$ 10.000)	(R\$ 8.995)	(R\$ 10.000)	(R\$ 10.000)	(R\$ 9.998)	
	Opção	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 5.771	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 292	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	
		Índices	R\$ 0	R\$ 248	R\$ 357	R\$ 1.290	R\$ 35.691	R\$ 44.325	R\$ 52.366	R\$ 29.596	R\$ 7.624	R\$ 3.610	R\$ 3.720	R\$ 305	
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 520	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 8	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 4.583	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 292	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	
		Índices	R\$ 0	R\$ 248	R\$ 357	R\$ 1.230	R\$ 9.946	R\$ 9.980	R\$ 10.000	R\$ 9.547	R\$ 5.760	R\$ 3.552	R\$ 3.624	R\$ 305	
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 520	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 8	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	
	Desvio-Padrão	Swap	Histórico	R\$ 4.874	R\$ 11.532	R\$ 12.132	R\$ 8.250	R\$ 2.208	R\$ 333	R\$ 83	R\$ 1.324	R\$ 6.841	R\$ 16.237	R\$ 9.911	R\$ 11.079
			Índices	R\$ 5.103	R\$ 356	R\$ 535	R\$ 5.915	R\$ 12.123	R\$ 12.701	R\$ 10.591	R\$ 14.184	R\$ 8.245	R\$ 3.584	R\$ 4.155	R\$ 537
			Dados Diários	R\$ 5.798	R\$ 5.513	R\$ 5.607	R\$ 4.180	R\$ 1.009	R\$ 357	R\$ 217	R\$ 947	R\$ 3.360	R\$ 5.153	R\$ 5.272	R\$ 5.646
Swap Limitado		Histórico	R\$ 0	R\$ 83	R\$ 500	R\$ 6.186	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 4.760	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 83	
		Índices	R\$ 790	R\$ 356	R\$ 535	R\$ 5.229	R\$ 807	R\$ 288	R\$ 0	R\$ 2.222	R\$ 5.738	R\$ 3.448	R\$ 3.952	R\$ 537	
		Dados Diários	R\$ 527	R\$ 36	R\$ 0	R\$ 4.021	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.898	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 62	
Opção		Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 6.630	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 786	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	
		Índices	R\$ 0	R\$ 271	R\$ 386	R\$ 2.635	R\$ 12.088	R\$ 12.701	R\$ 10.591	R\$ 13.983	R\$ 6.794	R\$ 3.116	R\$ 3.402	R\$ 376	
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.401	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 201	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	
Opção Limitada		Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 4.233	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 786	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	
		Índices	R\$ 0	R\$ 271	R\$ 386	R\$ 2.356	R\$ 594	R\$ 288	R\$ 0	R\$ 1.768	R\$ 4.097	R\$ 2.965	R\$ 3.166	R\$ 376	
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.401	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 201	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	

Tabela 2 - Média e desvio-padrão dos payoffs dos contratos baseados em índices CDD apreçados segundo todos os modelos. Cidade: Leopoldina

Estatísticas	Contrato	Modelo	Estatística dos Payoffs de contratos baseados em índices CDD - Leopoldina												
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Média	Swap	Histórico	R\$ 35.861	R\$ 28.403	R\$ 31.139	R\$ 56.299	R\$ 12.167	(R\$ 8.222)	(R\$ 11.431)	(R\$ 347)	R\$ 19.028	(R\$ 5.208)	R\$ 4.514	R\$ 27.083	
		Índices	R\$ 35.889	R\$ 28.421	R\$ 31.037	R\$ 56.634	R\$ 12.385	(R\$ 8.402)	(R\$ 11.376)	(R\$ 428)	R\$ 19.188	(R\$ 5.337)	R\$ 3.452	R\$ 26.995	
		Dados Diários	R\$ 33.454	R\$ 30.173	R\$ 25.907	R\$ 50.768	R\$ 14.975	(R\$ 5.791)	(R\$ 9.274)	(R\$ 1.063)	R\$ 20.290	(R\$ 11.615)	R\$ 5.705	R\$ 23.105	
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 10.000	R\$ 10.000	R\$ 10.000	R\$ 10.000	R\$ 6.667	(R\$ 5.819)	(R\$ 9.000)	(R\$ 403)	R\$ 9.972	(R\$ 1.042)	R\$ 4.875	R\$ 10.000	
		Índices	R\$ 9.991	R\$ 9.751	R\$ 9.936	R\$ 10.000	R\$ 6.341	(R\$ 5.974)	(R\$ 8.943)	(R\$ 276)	R\$ 9.792	(R\$ 2.002)	R\$ 1.755	R\$ 9.892	
		Dados Diários	R\$ 9.999	R\$ 10.000	R\$ 9.977	R\$ 10.000	R\$ 9.371	(R\$ 5.485)	(R\$ 8.115)	(R\$ 1.062)	R\$ 9.850	(R\$ 8.070)	R\$ 4.707	R\$ 9.954	
	Opção	Histórico	R\$ 35.861	R\$ 28.403	R\$ 31.139	R\$ 56.299	R\$ 12.389	R\$ 417	R\$ 0	R\$ 2.944	R\$ 19.028	R\$ 5.611	R\$ 8.014	R\$ 27.083	
		Índices	R\$ 35.889	R\$ 28.428	R\$ 31.042	R\$ 56.634	R\$ 13.410	R\$ 557	R\$ 6	R\$ 3.327	R\$ 19.190	R\$ 5.355	R\$ 7.555	R\$ 26.996	
		Dados Diários	R\$ 33.454	R\$ 30.173	R\$ 25.907	R\$ 50.768	R\$ 14.982	R\$ 233	R\$ 34	R\$ 1.483	R\$ 20.290	R\$ 139	R\$ 6.372	R\$ 23.105	
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 10.000	R\$ 10.000	R\$ 10.000	R\$ 10.000	R\$ 6.889	R\$ 417	R\$ 0	R\$ 2.486	R\$ 9.972	R\$ 4.208	R\$ 6.250	R\$ 10.000	
		Índices	R\$ 9.991	R\$ 9.758	R\$ 9.941	R\$ 10.000	R\$ 7.174	R\$ 526	R\$ 6	R\$ 2.841	R\$ 9.794	R\$ 3.016	R\$ 4.588	R\$ 9.894	
		Dados Diários	R\$ 9.999	R\$ 10.000	R\$ 9.977	R\$ 10.000	R\$ 9.378	R\$ 233	R\$ 34	R\$ 1.452	R\$ 9.850	R\$ 138	R\$ 5.362	R\$ 9.954	
	Desvio-Padrão	Swap	Histórico	R\$ 9.052	R\$ 10.757	R\$ 10.239	R\$ 11.403	R\$ 12.105	R\$ 7.560	R\$ 4.196	R\$ 8.480	R\$ 6.142	R\$ 19.370	R\$ 14.128	R\$ 8.999
			Índices	R\$ 9.079	R\$ 11.076	R\$ 10.453	R\$ 11.036	R\$ 12.468	R\$ 7.897	R\$ 4.195	R\$ 8.805	R\$ 6.254	R\$ 19.396	R\$ 14.182	R\$ 9.203
			Dados Diários	R\$ 6.701	R\$ 6.313	R\$ 6.424	R\$ 6.252	R\$ 5.993	R\$ 4.318	R\$ 3.876	R\$ 4.886	R\$ 6.379	R\$ 6.614	R\$ 6.502	R\$ 6.505
Swap Limitado		Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 4.395	R\$ 5.304	R\$ 1.064	R\$ 6.980	R\$ 83	R\$ 10.013	R\$ 7.048	R\$ 0	
		Índices	R\$ 180	R\$ 1.308	R\$ 656	R\$ 0	R\$ 5.797	R\$ 4.955	R\$ 1.999	R\$ 6.856	R\$ 996	R\$ 8.367	R\$ 7.917	R\$ 776	
		Dados Diários	R\$ 42	R\$ 0	R\$ 261	R\$ 0	R\$ 1.689	R\$ 3.879	R\$ 2.776	R\$ 4.738	R\$ 740	R\$ 3.457	R\$ 5.056	R\$ 452	
Opção		Histórico	R\$ 9.052	R\$ 10.757	R\$ 10.239	R\$ 11.403	R\$ 11.827	R\$ 1.250	R\$ 0	R\$ 5.188	R\$ 6.142	R\$ 7.065	R\$ 6.597	R\$ 8.999	
		Índices	R\$ 9.079	R\$ 11.056	R\$ 10.439	R\$ 11.036	R\$ 10.821	R\$ 1.872	R\$ 121	R\$ 4.920	R\$ 6.248	R\$ 9.373	R\$ 9.416	R\$ 9.199	
		Dados Diários	R\$ 6.701	R\$ 6.313	R\$ 6.424	R\$ 6.252	R\$ 5.975	R\$ 999	R\$ 326	R\$ 2.587	R\$ 6.379	R\$ 799	R\$ 5.512	R\$ 6.505	
Opção Limitada		Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3.928	R\$ 1.250	R\$ 0	R\$ 4.156	R\$ 83	R\$ 5.033	R\$ 4.388	R\$ 0	
		Índices	R\$ 180	R\$ 1.243	R\$ 573	R\$ 0	R\$ 3.997	R\$ 1.675	R\$ 121	R\$ 3.791	R\$ 976	R\$ 4.240	R\$ 4.505	R\$ 758	
		Dados Diários	R\$ 42	R\$ 0	R\$ 261	R\$ 0	R\$ 1.646	R\$ 999	R\$ 326	R\$ 2.459	R\$ 740	R\$ 785	R\$ 3.918	R\$ 452	

Tabela 3 - Média e desvio-padrão dos payoffs dos contratos baseados em índices CDD apreçados segundo todos os modelos. Cidade: Montes Claros

Estatísticas	Contrato	Modelo	Estatística dos Payoffs de contratos baseados em índices CDD - Montes Claros												
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Média	Swap	Histórico	R\$ 125	(R\$ 6.375)	(R\$ 4.097)	R\$ 33.472	R\$ 6.958	(R\$ 14.444)	(R\$ 13.764)	(R\$ 3.243)	R\$ 20.611	(R\$ 1.819)	(R\$ 3.972)	R\$ 1.097	
		Índices	(R\$ 136)	(R\$ 6.521)	(R\$ 4.392)	R\$ 33.374	R\$ 6.973	(R\$ 14.402)	(R\$ 13.650)	(R\$ 3.240)	R\$ 20.462	(R\$ 1.440)	(R\$ 3.846)	R\$ 712	
		Dados Diários	R\$ 1.304	(R\$ 6.447)	(R\$ 8.431)	R\$ 26.882	R\$ 9.323	(R\$ 11.943)	(R\$ 12.153)	(R\$ 2.247)	R\$ 19.600	(R\$ 9.116)	(R\$ 7.421)	(R\$ 2.118)	
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 83	(R\$ 5.153)	(R\$ 2.431)	R\$ 10.000	R\$ 4.708	(R\$ 9.889)	(R\$ 9.444)	(R\$ 2.639)	R\$ 9.125	(R\$ 1.444)	(R\$ 3.514)	(R\$ 250)	
		Índices	(R\$ 94)	(R\$ 4.715)	(R\$ 2.943)	R\$ 9.996	R\$ 4.887	(R\$ 9.797)	(R\$ 9.488)	(R\$ 2.740)	R\$ 8.977	(R\$ 931)	(R\$ 1.932)	R\$ 473	
		Dados Diários	R\$ 1.249	(R\$ 5.828)	(R\$ 7.208)	R\$ 9.998	R\$ 7.857	(R\$ 9.549)	(R\$ 9.547)	(R\$ 2.232)	R\$ 9.956	(R\$ 7.570)	(R\$ 6.645)	(R\$ 1.995)	
	Opção	Histórico	R\$ 2.750	R\$ 1.486	R\$ 2.167	R\$ 33.472	R\$ 7.806	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.472	R\$ 20.611	R\$ 3.618	R\$ 4.083	R\$ 5.278	
		Índices	R\$ 2.507	R\$ 1.074	R\$ 2.130	R\$ 33.374	R\$ 8.011	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.466	R\$ 20.567	R\$ 3.317	R\$ 4.641	R\$ 5.084	
		Dados Diários	R\$ 2.720	R\$ 169	R\$ 77	R\$ 26.882	R\$ 9.346	R\$ 0	R\$ 2	R\$ 735	R\$ 19.600	R\$ 57	R\$ 103	R\$ 1.147	
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 2.708	R\$ 1.486	R\$ 2.167	R\$ 10.000	R\$ 5.556	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.472	R\$ 9.125	R\$ 3.000	R\$ 1.958	R\$ 3.569	
		Índices	R\$ 2.372	R\$ 998	R\$ 1.803	R\$ 9.996	R\$ 5.825	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.378	R\$ 9.074	R\$ 2.710	R\$ 2.877	R\$ 3.615	
		Dados Diários	R\$ 2.648	R\$ 169	R\$ 77	R\$ 9.998	R\$ 7.881	R\$ 0	R\$ 2	R\$ 731	R\$ 9.956	R\$ 57	R\$ 103	R\$ 1.145	
	Desvio-Padrão	Swap	Histórico	R\$ 6.518	R\$ 8.325	R\$ 9.776	R\$ 7.498	R\$ 8.821	R\$ 3.716	R\$ 4.423	R\$ 7.130	R\$ 10.730	R\$ 10.611	R\$ 16.193	R\$ 11.609
			Índices	R\$ 6.421	R\$ 8.375	R\$ 9.911	R\$ 7.397	R\$ 8.772	R\$ 3.727	R\$ 4.416	R\$ 6.952	R\$ 11.480	R\$ 10.014	R\$ 15.996	R\$ 11.922
			Dados Diários	R\$ 4.984	R\$ 4.682	R\$ 4.795	R\$ 5.055	R\$ 4.533	R\$ 2.812	R\$ 2.914	R\$ 3.982	R\$ 4.805	R\$ 4.864	R\$ 4.476	R\$ 5.104
Swap Limitado		Histórico	R\$ 6.445	R\$ 7.038	R\$ 7.682	R\$ 0	R\$ 5.485	R\$ 333	R\$ 1.667	R\$ 6.319	R\$ 2.234	R\$ 8.409	R\$ 7.909	R\$ 8.416	
		Índices	R\$ 5.790	R\$ 5.897	R\$ 6.812	R\$ 110	R\$ 5.812	R\$ 781	R\$ 1.364	R\$ 5.823	R\$ 2.820	R\$ 7.158	R\$ 8.095	R\$ 7.566	
		Dados Diários	R\$ 4.787	R\$ 3.772	R\$ 3.273	R\$ 49	R\$ 2.799	R\$ 1.148	R\$ 1.230	R\$ 3.928	R\$ 400	R\$ 3.118	R\$ 3.442	R\$ 4.857	
Opção		Histórico	R\$ 4.105	R\$ 3.215	R\$ 3.471	R\$ 7.498	R\$ 7.635	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2.001	R\$ 10.730	R\$ 5.110	R\$ 9.612	R\$ 7.860	
		Índices	R\$ 3.661	R\$ 2.723	R\$ 4.268	R\$ 7.397	R\$ 7.235	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3.017	R\$ 11.254	R\$ 5.272	R\$ 8.192	R\$ 7.162	
		Dados Diários	R\$ 3.323	R\$ 761	R\$ 547	R\$ 5.055	R\$ 4.479	R\$ 6	R\$ 36	R\$ 1.634	R\$ 4.805	R\$ 465	R\$ 578	R\$ 2.232	
Opção Limitada		Histórico	R\$ 4.019	R\$ 3.215	R\$ 3.471	R\$ 0	R\$ 3.855	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2.001	R\$ 2.234	R\$ 3.597	R\$ 3.648	R\$ 4.732	
		Índices	R\$ 3.279	R\$ 2.393	R\$ 3.273	R\$ 110	R\$ 4.180	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2.678	R\$ 2.360	R\$ 3.761	R\$ 4.134	R\$ 4.242	
		Dados Diários	R\$ 3.121	R\$ 761	R\$ 547	R\$ 49	R\$ 2.722	R\$ 6	R\$ 36	R\$ 1.608	R\$ 400	R\$ 465	R\$ 578	R\$ 2.224	

Tabela 4 - Média e desvio-padrão dos payoffs dos contratos baseados em índices CDD apreçados segundo todos os modelos. Cidade: Paracatu

Estatísticas	Contrato	Modelo	Estatística dos Payoffs de contratos baseados em índices CDD - Paracatu												
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Média	Swap	Histórico	R\$ 3.722	(R\$ 2.278)	(R\$ 3.306)	R\$ 32.007	R\$ 42	(R\$ 17.236)	(R\$ 14.056)	(R\$ 4.722)	R\$ 25.403	R\$ 2.097	R\$ 1.625	R\$ 139	
		Índices	R\$ 4.077	(R\$ 2.450)	(R\$ 3.585)	R\$ 31.652	(R\$ 21)	(R\$ 17.208)	(R\$ 14.060)	(R\$ 4.187)	R\$ 25.495	R\$ 2.404	R\$ 1.401	R\$ 262	
		Dados Diários	R\$ 731	(R\$ 2.069)	(R\$ 7.170)	R\$ 26.272	R\$ 1.013	(R\$ 15.347)	(R\$ 14.452)	(R\$ 5.017)	R\$ 19.359	(R\$ 3.278)	(R\$ 257)	R\$ 1.161	
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 2.486	(R\$ 1.708)	(R\$ 3.097)	R\$ 10.000	(R\$ 1.722)	(R\$ 10.000)	(R\$ 9.917)	(R\$ 3.639)	R\$ 10.000	R\$ 861	R\$ 1.333	R\$ 0	
		Índices	R\$ 2.734	(R\$ 1.999)	(R\$ 3.066)	R\$ 10.000	R\$ 113	(R\$ 10.000)	(R\$ 9.767)	(R\$ 3.546)	R\$ 9.828	R\$ 1.414	R\$ 788	R\$ 223	
		Dados Diários	R\$ 703	(R\$ 2.001)	(R\$ 6.267)	R\$ 10.000	R\$ 995	(R\$ 9.984)	(R\$ 9.946)	(R\$ 4.883)	R\$ 9.960	(R\$ 3.051)	(R\$ 219)	R\$ 1.100	
	Opção	Histórico	R\$ 6.167	R\$ 1.861	R\$ 1.236	R\$ 32.007	R\$ 4.264	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 722	R\$ 25.403	R\$ 6.583	R\$ 6.083	R\$ 4.042	
		Índices	R\$ 6.397	R\$ 1.963	R\$ 1.236	R\$ 31.652	R\$ 4.376	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.238	R\$ 25.499	R\$ 6.788	R\$ 5.884	R\$ 3.998	
		Dados Diários	R\$ 2.430	R\$ 1.032	R\$ 190	R\$ 26.272	R\$ 2.245	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 211	R\$ 19.359	R\$ 860	R\$ 1.948	R\$ 2.570	
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 4.806	R\$ 1.861	R\$ 1.236	R\$ 10.000	R\$ 2.500	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 722	R\$ 10.000	R\$ 4.292	R\$ 4.431	R\$ 3.458	
		Índices	R\$ 4.732	R\$ 1.814	R\$ 1.168	R\$ 10.000	R\$ 3.349	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.163	R\$ 9.833	R\$ 4.291	R\$ 3.909	R\$ 3.219	
		Dados Diários	R\$ 2.363	R\$ 1.018	R\$ 190	R\$ 10.000	R\$ 2.225	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 211	R\$ 9.960	R\$ 851	R\$ 1.917	R\$ 2.498	
	Desvio-Padrão	Swap	Histórico	R\$ 9.807	R\$ 7.355	R\$ 6.467	R\$ 7.716	R\$ 10.885	R\$ 1.943	R\$ 3.617	R\$ 6.848	R\$ 9.172	R\$ 13.551	R\$ 12.839	R\$ 9.467
			Índices	R\$ 9.944	R\$ 7.495	R\$ 6.679	R\$ 7.457	R\$ 11.028	R\$ 1.919	R\$ 3.658	R\$ 7.010	R\$ 9.480	R\$ 13.864	R\$ 12.917	R\$ 9.696
			Dados Diários	R\$ 5.149	R\$ 4.726	R\$ 5.062	R\$ 4.924	R\$ 4.206	R\$ 2.066	R\$ 2.323	R\$ 3.816	R\$ 4.739	R\$ 5.205	R\$ 5.229	R\$ 4.844
Swap Limitado		Histórico	R\$ 8.089	R\$ 6.369	R\$ 6.203	R\$ 0	R\$ 7.503	R\$ 0	R\$ 207	R\$ 5.155	R\$ 0	R\$ 8.844	R\$ 8.292	R\$ 7.943	
		Índices	R\$ 7.031	R\$ 6.234	R\$ 5.560	R\$ 11	R\$ 7.423	R\$ 0	R\$ 809	R\$ 5.769	R\$ 1.049	R\$ 7.819	R\$ 7.728	R\$ 7.080	
		Dados Diários	R\$ 4.904	R\$ 4.515	R\$ 3.887	R\$ 0	R\$ 4.151	R\$ 169	R\$ 375	R\$ 3.587	R\$ 363	R\$ 4.725	R\$ 5.010	R\$ 4.655	
Opção		Histórico	R\$ 6.705	R\$ 3.017	R\$ 1.709	R\$ 7.716	R\$ 8.010	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.433	R\$ 9.172	R\$ 8.597	R\$ 7.119	R\$ 5.444	
		Índices	R\$ 7.090	R\$ 3.533	R\$ 2.772	R\$ 7.457	R\$ 6.252	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2.767	R\$ 9.467	R\$ 8.684	R\$ 7.964	R\$ 5.710	
		Dados Diários	R\$ 3.224	R\$ 2.092	R\$ 906	R\$ 4.924	R\$ 2.835	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 849	R\$ 4.739	R\$ 1.953	R\$ 2.900	R\$ 3.248	
Opção Limitada		Histórico	R\$ 5.034	R\$ 3.017	R\$ 1.709	R\$ 0	R\$ 4.330	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1.433	R\$ 0	R\$ 5.081	R\$ 4.751	R\$ 4.404	
		Índices	R\$ 4.328	R\$ 3.059	R\$ 2.483	R\$ 11	R\$ 4.083	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2.431	R\$ 995	R\$ 4.478	R\$ 4.292	R\$ 3.938	
		Dados Diários	R\$ 3.023	R\$ 2.020	R\$ 898	R\$ 0	R\$ 2.768	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 849	R\$ 363	R\$ 1.899	R\$ 2.799	R\$ 3.034	

Contratos baseados em índices HDD

Tabela 5 - Média e desvio-padrão dos payoffs dos contratos baseados em índices HDD apreçados segundo todos os modelos. Cidade: Itajubá

Estatísticas	Contrato	Modelo	Estatística dos Payoffs de contratos baseados em índices HDD - Itajubá												
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Média	Swap	Histórico	R\$ 125	R\$ 181	R\$ 236	(R\$ 2,750)	R\$ 35,358	R\$ 43,796	R\$ 52,014	R\$ 29,882	R\$ 6,667	R\$ 3,208	R\$ 3,208	R\$ 181	
		Índices	R\$ 134	R\$ 178	R\$ 241	(R\$ 2,587)	R\$ 35,680	R\$ 44,325	R\$ 52,366	R\$ 29,514	R\$ 6,623	R\$ 3,291	R\$ 3,192	R\$ 166	
		Dados Diários	R\$ 85	R\$ 106	R\$ 400	(R\$ 4,000)	R\$ 22,400	R\$ 36,756	R\$ 45,054	R\$ 23,895	R\$ 880	R\$ 1,801	R\$ 661	R\$ 191	
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 125	R\$ 181	R\$ 236	(R\$ 2,750)	R\$ 10,000	R\$ 10,000	R\$ 10,000	R\$ 9,556	R\$ 5,069	R\$ 3,208	R\$ 3,028	R\$ 181	
		Índices	R\$ 134	R\$ 178	R\$ 241	(R\$ 2,355)	R\$ 9,935	R\$ 9,980	R\$ 10,000	R\$ 9,477	R\$ 4,814	R\$ 3,233	R\$ 3,096	R\$ 166	
		Dados Diários	R\$ 85	R\$ 106	R\$ 400	(R\$ 4,000)	R\$ 9,995	R\$ 10,000	R\$ 10,000	R\$ 9,996	R\$ 868	R\$ 1,801	R\$ 661	R\$ 191	
	Opção	Histórico	R\$ 125	R\$ 181	R\$ 236	R\$ 1,514	R\$ 35,358	R\$ 43,796	R\$ 52,014	R\$ 29,882	R\$ 7,806	R\$ 3,208	R\$ 3,208	R\$ 181	
		Índices	R\$ 196	R\$ 248	R\$ 357	R\$ 1,290	R\$ 35,691	R\$ 44,325	R\$ 52,366	R\$ 29,596	R\$ 7,624	R\$ 3,610	R\$ 3,720	R\$ 305	
		Dados Diários	R\$ 85	R\$ 106	R\$ 400	R\$ 45	R\$ 22,400	R\$ 36,756	R\$ 45,054	R\$ 23,895	R\$ 1,748	R\$ 1,801	R\$ 661	R\$ 191	
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 125	R\$ 181	R\$ 236	R\$ 1,514	R\$ 10,000	R\$ 10,000	R\$ 10,000	R\$ 9,556	R\$ 6,208	R\$ 3,208	R\$ 3,028	R\$ 181	
		Índices	R\$ 196	R\$ 248	R\$ 357	R\$ 1,230	R\$ 9,946	R\$ 9,980	R\$ 10,000	R\$ 9,547	R\$ 5,760	R\$ 3,552	R\$ 3,624	R\$ 305	
		Dados Diários	R\$ 85	R\$ 106	R\$ 400	R\$ 45	R\$ 9,995	R\$ 10,000	R\$ 10,000	R\$ 9,996	R\$ 1,736	R\$ 1,801	R\$ 661	R\$ 191	
	Desvio-Padrão	Swap	Histórico	R\$ 293	R\$ 360	R\$ 532	R\$ 5,891	R\$ 12,335	R\$ 12,688	R\$ 11,022	R\$ 14,788	R\$ 7,883	R\$ 3,576	R\$ 3,991	R\$ 542
			Índices	R\$ 293	R\$ 356	R\$ 535	R\$ 5,915	R\$ 12,123	R\$ 12,701	R\$ 10,591	R\$ 14,184	R\$ 8,245	R\$ 3,584	R\$ 4,155	R\$ 537
			Dados Diários	R\$ 225	R\$ 249	R\$ 534	R\$ 2,054	R\$ 5,281	R\$ 5,499	R\$ 5,833	R\$ 5,258	R\$ 3,237	R\$ 1,378	R\$ 742	R\$ 339
Swap Limitado		Histórico	R\$ 293	R\$ 360	R\$ 532	R\$ 5,891	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,333	R\$ 6,329	R\$ 3,576	R\$ 3,578	R\$ 542	
		Índices	R\$ 293	R\$ 356	R\$ 535	R\$ 5,229	R\$ 807	R\$ 288	R\$ 0	R\$ 2,222	R\$ 5,738	R\$ 3,448	R\$ 3,952	R\$ 537	
		Dados Diários	R\$ 225	R\$ 249	R\$ 534	R\$ 2,054	R\$ 95	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 87	R\$ 3,198	R\$ 1,378	R\$ 742	R\$ 339	
Opção		Histórico	R\$ 293	R\$ 360	R\$ 532	R\$ 3,138	R\$ 12,335	R\$ 12,688	R\$ 11,022	R\$ 14,788	R\$ 6,077	R\$ 3,576	R\$ 3,991	R\$ 542	
		Índices	R\$ 212	R\$ 271	R\$ 386	R\$ 2,635	R\$ 12,088	R\$ 12,701	R\$ 10,591	R\$ 13,983	R\$ 6,794	R\$ 3,116	R\$ 3,402	R\$ 376	
		Dados Diários	R\$ 225	R\$ 249	R\$ 534	R\$ 323	R\$ 5,281	R\$ 5,499	R\$ 5,833	R\$ 5,258	R\$ 2,342	R\$ 1,378	R\$ 742	R\$ 339	
Opção Limitada		Histórico	R\$ 293	R\$ 360	R\$ 532	R\$ 3,138	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,333	R\$ 4,352	R\$ 3,576	R\$ 3,578	R\$ 542	
		Índices	R\$ 212	R\$ 271	R\$ 386	R\$ 2,356	R\$ 594	R\$ 288	R\$ 0	R\$ 1,768	R\$ 4,097	R\$ 2,965	R\$ 3,166	R\$ 376	
		Dados Diários	R\$ 225	R\$ 249	R\$ 534	R\$ 323	R\$ 95	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 87	R\$ 2,292	R\$ 1,378	R\$ 742	R\$ 339	

Tabela 6 - Média e desvio-padrão dos payoffs dos contratos baseados em índices HDD apreçados segundo todos os modelos. Cidade: Leopoldina

Estatísticas	Contrato	Modelo	Estatística dos Payoffs de contratos baseados em índices HDD - Leopoldina											
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	Swap	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,847)	(R\$ 2,458)	(R\$ 889)	R\$ 5,875	R\$ 1,917	(R\$ 5,597)	R\$ 875	R\$ 556	R\$ 83
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 8,000)	(R\$ 6,836)	(R\$ 7,071)	(R\$ 3,985)	(R\$ 3,985)	(R\$ 7,399)	R\$ 94	R\$ 0	R\$ 0
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,970)	(R\$ 6,721)	(R\$ 1,021)	R\$ 2,412	(R\$ 3,054)	(R\$ 7,358)	R\$ 69	R\$ 5	R\$ 0
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,847)	(R\$ 2,458)	(R\$ 889)	R\$ 5,264	R\$ 1,097	(R\$ 5,597)	R\$ 875	R\$ 556	R\$ 83
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 8,000)	(R\$ 6,820)	(R\$ 7,071)	(R\$ 3,950)	(R\$ 3,950)	(R\$ 7,399)	R\$ 94	R\$ 0	R\$ 0
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,970)	(R\$ 6,721)	(R\$ 1,023)	R\$ 2,359	(R\$ 3,054)	(R\$ 7,358)	R\$ 69	R\$ 5	R\$ 0
	Opção	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 611	R\$ 1,306	R\$ 6,431	R\$ 4,167	R\$ 0	R\$ 875	R\$ 556	R\$ 83
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 153	R\$ 153	R\$ 0	R\$ 153	R\$ 0	R\$ 0
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 760	R\$ 2,945	R\$ 190	R\$ 0	R\$ 69	R\$ 5	R\$ 0
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 611	R\$ 1,306	R\$ 5,819	R\$ 3,347	R\$ 0	R\$ 875	R\$ 556	R\$ 83
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 153	R\$ 153	R\$ 0	R\$ 153	R\$ 0	R\$ 0
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 758	R\$ 2,893	R\$ 190	R\$ 0	R\$ 69	R\$ 5	R\$ 0
Desvio-Padrão	Swap	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 271	R\$ 3,752	R\$ 3,996	R\$ 5,442	R\$ 8,063	R\$ 2,118	R\$ 1,592	R\$ 796	R\$ 250
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,619	R\$ 926	R\$ 3,199	R\$ 3,199	R\$ 828	R\$ 246	R\$ 0	R\$ 0
		Dados Diários	R\$ 1	R\$ 0	R\$ 1	R\$ 152	R\$ 1,131	R\$ 2,946	R\$ 3,743	R\$ 2,508	R\$ 804	R\$ 204	R\$ 51	R\$ 6
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 271	R\$ 3,752	R\$ 3,996	R\$ 4,636	R\$ 6,523	R\$ 2,118	R\$ 1,592	R\$ 796	R\$ 250
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,581	R\$ 925	R\$ 3,121	R\$ 3,121	R\$ 828	R\$ 246	R\$ 0	R\$ 0
		Dados Diários	R\$ 1	R\$ 0	R\$ 1	R\$ 152	R\$ 1,131	R\$ 2,938	R\$ 3,614	R\$ 2,508	R\$ 804	R\$ 204	R\$ 51	R\$ 6
	Opção	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,742	R\$ 1,757	R\$ 4,336	R\$ 5,926	R\$ 0	R\$ 1,592	R\$ 796	R\$ 250
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 594	R\$ 594	R\$ 0	R\$ 174	R\$ 0	R\$ 0
		Dados Diários	R\$ 1	R\$ 0	R\$ 1	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,547	R\$ 3,088	R\$ 705	R\$ 0	R\$ 204	R\$ 51	R\$ 6
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,742	R\$ 1,757	R\$ 3,382	R\$ 4,100	R\$ 0	R\$ 1,592	R\$ 796	R\$ 250
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 594	R\$ 594	R\$ 0	R\$ 174	R\$ 0	R\$ 0
		Dados Diários	R\$ 1	R\$ 0	R\$ 1	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,534	R\$ 2,940	R\$ 705	R\$ 0	R\$ 204	R\$ 51	R\$ 6

Tabela 7 - Média e desvio-padrão dos payoffs dos contratos baseados em índices HDD apreçados segundo todos os modelos. Cidade: Montes Claros

Estatísticas	Contrato	Modelo	Estatística dos Payoffs de contratos baseados em índices HDD - Montes Claros											
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	Swap	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,875)	(R\$ 4,806)	R\$ 1,972	R\$ 6,167	R\$ 674	(R\$ 7,264)	R\$ 194	R\$ 389	R\$ 28
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,893)	(R\$ 4,786)	R\$ 1,963	R\$ 6,430	R\$ 601	(R\$ 7,231)	R\$ 207	R\$ 382	R\$ 29
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2	(R\$ 7,959)	(R\$ 7,382)	(R\$ 901)	(R\$ 20)	(R\$ 5,517)	(R\$ 7,868)	R\$ 2	R\$ 1	R\$ 0
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,875)	(R\$ 4,806)	R\$ 1,403	R\$ 3,903	R\$ 674	(R\$ 7,264)	R\$ 194	R\$ 389	R\$ 28
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,893)	(R\$ 4,745)	R\$ 1,574	R\$ 4,676	R\$ 573	(R\$ 7,231)	R\$ 207	R\$ 382	R\$ 29
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2	(R\$ 7,959)	(R\$ 7,382)	(R\$ 901)	(R\$ 20)	(R\$ 5,517)	(R\$ 7,868)	R\$ 2	R\$ 1	R\$ 0
	Opção	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3,778	R\$ 6,778	R\$ 3,035	R\$ 0	R\$ 194	R\$ 389	R\$ 28
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 39	R\$ 3,957	R\$ 7,572	R\$ 3,056	R\$ 0	R\$ 350	R\$ 493	R\$ 50
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 671	R\$ 1,127	R\$ 4	R\$ 0	R\$ 2	R\$ 1	R\$ 0
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3,208	R\$ 4,514	R\$ 3,035	R\$ 0	R\$ 194	R\$ 389	R\$ 28
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 39	R\$ 3,458	R\$ 5,696	R\$ 2,804	R\$ 0	R\$ 350	R\$ 493	R\$ 50
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 671	R\$ 1,127	R\$ 4	R\$ 0	R\$ 2	R\$ 1	R\$ 0
Desvio-Padrão	Swap	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 293	R\$ 2,674	R\$ 7,116	R\$ 8,745	R\$ 6,655	R\$ 727	R\$ 583	R\$ 654	R\$ 83
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 294	R\$ 2,735	R\$ 7,186	R\$ 8,531	R\$ 6,916	R\$ 722	R\$ 580	R\$ 654	R\$ 86
		Dados Diários	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 25	R\$ 138	R\$ 664	R\$ 2,632	R\$ 2,831	R\$ 1,512	R\$ 280	R\$ 26	R\$ 10	R\$ 9
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 293	R\$ 2,674	R\$ 6,117	R\$ 4,989	R\$ 6,655	R\$ 727	R\$ 583	R\$ 654	R\$ 83
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 294	R\$ 2,639	R\$ 6,074	R\$ 5,896	R\$ 5,968	R\$ 722	R\$ 580	R\$ 654	R\$ 86
		Dados Diários	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 25	R\$ 138	R\$ 664	R\$ 2,632	R\$ 2,831	R\$ 1,512	R\$ 280	R\$ 26	R\$ 10	R\$ 9
	Opção	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 5,414	R\$ 8,043	R\$ 4,027	R\$ 0	R\$ 583	R\$ 654	R\$ 83
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 323	R\$ 4,937	R\$ 6,806	R\$ 4,159	R\$ 0	R\$ 403	R\$ 506	R\$ 60
		Dados Diários	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 25	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,421	R\$ 1,747	R\$ 100	R\$ 0	R\$ 26	R\$ 10	R\$ 9
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 4,288	R\$ 4,026	R\$ 4,027	R\$ 0	R\$ 583	R\$ 654	R\$ 83
		Índices	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 323	R\$ 3,829	R\$ 4,114	R\$ 3,514	R\$ 0	R\$ 403	R\$ 506	R\$ 60
		Dados Diários	R\$ 5	R\$ 5	R\$ 25	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,421	R\$ 1,747	R\$ 100	R\$ 0	R\$ 26	R\$ 10	R\$ 9

Tabela 8 - Média e desvio-padrão dos payoffs dos contratos baseados em índices HDD apreçados segundo todos os modelos. Cidade: Paracatu

Estatísticas	Contrato	Modelo	Estatística dos Payoffs de contratos baseados em índices HDD - Paracatu											
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Média	Swap	Histórico	R\$ 125	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,931)	(R\$ 1,083)	R\$ 9,000	R\$ 10,319	R\$ 2,542	(R\$ 7,333)	R\$ 222	R\$ 0	R\$ 14
		Índices	R\$ 131	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,931)	(R\$ 895)	R\$ 9,428	R\$ 10,082	R\$ 2,318	(R\$ 7,352)	R\$ 211	R\$ 0	R\$ 17
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3	(R\$ 7,943)	(R\$ 6,192)	R\$ 4,209	R\$ 3,370	(R\$ 4,325)	(R\$ 7,826)	R\$ 2	R\$ 0	R\$ 0
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 125	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,931)	(R\$ 1,083)	R\$ 6,250	R\$ 6,000	R\$ 1,347	(R\$ 7,333)	R\$ 222	R\$ 0	R\$ 14
		Índices	R\$ 131	R\$ 0	R\$ 0	(R\$ 7,931)	(R\$ 885)	R\$ 6,708	R\$ 5,910	R\$ 1,667	(R\$ 7,352)	R\$ 211	R\$ 0	R\$ 17
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3	(R\$ 7,943)	(R\$ 6,192)	R\$ 4,112	R\$ 3,315	(R\$ 4,325)	(R\$ 7,826)	R\$ 2	R\$ 0	R\$ 0
	Opção	Histórico	R\$ 125	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,069	R\$ 9,306	R\$ 10,625	R\$ 4,694	R\$ 0	R\$ 222	R\$ 0	R\$ 14
		Índices	R\$ 220	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,230	R\$ 9,824	R\$ 11,034	R\$ 4,758	R\$ 0	R\$ 383	R\$ 0	R\$ 26
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 4,345	R\$ 3,635	R\$ 31	R\$ 0	R\$ 2	R\$ 0	R\$ 0
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 125	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,069	R\$ 6,556	R\$ 6,306	R\$ 3,500	R\$ 0	R\$ 222	R\$ 0	R\$ 14
		Índices	R\$ 220	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1,225	R\$ 7,096	R\$ 6,778	R\$ 3,831	R\$ 0	R\$ 383	R\$ 0	R\$ 26
		Dados Diários	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 4,249	R\$ 3,580	R\$ 31	R\$ 0	R\$ 2	R\$ 0	R\$ 0
Desvio-Padrão	Swap	Histórico	R\$ 375	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 141	R\$ 4,080	R\$ 8,006	R\$ 10,404	R\$ 8,690	R\$ 859	R\$ 667	R\$ 0	R\$ 42
		Índices	R\$ 363	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 142	R\$ 4,061	R\$ 7,615	R\$ 10,402	R\$ 8,706	R\$ 866	R\$ 662	R\$ 0	R\$ 42
		Dados Diários	R\$ 14	R\$ 4	R\$ 29	R\$ 154	R\$ 1,231	R\$ 3,346	R\$ 3,425	R\$ 1,959	R\$ 297	R\$ 32	R\$ 0	R\$ 2
	Swap Limitado	Histórico	R\$ 375	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 141	R\$ 4,080	R\$ 4,148	R\$ 4,642	R\$ 6,677	R\$ 859	R\$ 667	R\$ 0	R\$ 42
		Índices	R\$ 363	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 142	R\$ 4,007	R\$ 4,583	R\$ 5,813	R\$ 6,664	R\$ 866	R\$ 662	R\$ 0	R\$ 42
		Dados Diários	R\$ 14	R\$ 4	R\$ 29	R\$ 154	R\$ 1,231	R\$ 3,123	R\$ 3,288	R\$ 1,959	R\$ 297	R\$ 32	R\$ 0	R\$ 2
	Opção	Histórico	R\$ 375	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2,110	R\$ 7,541	R\$ 10,005	R\$ 6,747	R\$ 0	R\$ 667	R\$ 0	R\$ 42
		Índices	R\$ 256	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2,057	R\$ 6,918	R\$ 8,929	R\$ 5,907	R\$ 0	R\$ 458	R\$ 0	R\$ 30
		Dados Diários	R\$ 14	R\$ 4	R\$ 29	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 3,114	R\$ 3,040	R\$ 240	R\$ 0	R\$ 32	R\$ 0	R\$ 2
	Opção Limitada	Histórico	R\$ 375	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2,110	R\$ 3,444	R\$ 4,046	R\$ 4,513	R\$ 0	R\$ 667	R\$ 0	R\$ 42
		Índices	R\$ 256	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2,034	R\$ 3,654	R\$ 4,065	R\$ 4,025	R\$ 0	R\$ 458	R\$ 0	R\$ 30
		Dados Diários	R\$ 14	R\$ 4	R\$ 29	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 2,878	R\$ 2,888	R\$ 240	R\$ 0	R\$ 32	R\$ 0	R\$ 2

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)