

# 1

## Introdução

### 1.1

#### Considerações iniciais

Mesmo em nossa sociedade avançada e baseada na tecnologia nós continuamos vivendo amplamente a mercê do clima. Este influencia nossas vidas e escolhas diárias e tem um enorme impacto nos rendimentos e lucros corporativos, pois no mundo inteiro os negócios podem ser negativamente ou positivamente afetados por verões inesperadamente frios, ou invernos excepcionalmente quentes.

Não há nenhuma dúvida que o tempo e as previsões climáticas sejam valiosos para a sociedade, mas há consenso que o potencial econômico total das previsões climáticas ainda está para ser alcançado. Segundo Jewson *et al* (2003), uma maneira de realçar o valor econômico das previsões é incorporá-las nas ferramentas de gerenciamento de risco para permitir que os agentes econômicos, sejam eles públicos ou privados, tenham acesso aos ganhos e perdas provenientes do clima futuro e dos eventos climáticos.

Os resultados financeiros de muitas empresas dependem em grande extensão das variações no clima, como nos setores de agricultura, energia, entretenimento, construção, turismo e outros. Visando estes segmentos, seguradoras, corretoras de valores e bancos têm estruturado produtos de derivativos para ajudar estes a se salvaguardar contra os riscos relacionados ao clima. Os riscos relacionados à natureza não podem ser eliminados, no entanto existem recursos para se proteger contra seus impactos adversos. Em alguns casos a conexão é imediatamente óbvia, como no ramo de sorvetes ou na produção de bebida. Em outros a dependência tende a ser indireta, como em áreas específicas da engenharia e da indústria automotiva. Grande parte da economia mundial é influenciada direta ou indiretamente pelo clima, todavia, o conhecimento sobre como diferentes setores possuem dependência em relação a este ainda é escasso, o que de certa forma atravanca a ampla cobertura dos mercados em potencial, como exposto em CME, 2005.

Não só eventos climáticos extremos podem gerar perdas importantes para as companhias. Os rendimentos de muitas indústrias são extremamente relacionados com alterações no clima, se estiverem fora das condições normais e perdurarem por um certo período de tempo. O risco climático é único com aspectos distintos que os separam dos riscos dos preços das commodities e outros tipos de riscos. A mais óbvia distinção é que o tempo está além de qualquer controle humano e por não estar em nenhum mercado físico, não pode ser armazenado nem transportado. Isto cria um mercado seguro e justo que não pode ser influenciado, modificado ou manipulado por regulações, especulação, cartéis ou dinâmicas do mercado, como salienta Oemoto e Stevenson, 2004.

Além do risco de mercado atribuído à volatilidade do preço, a indústria de energia elétrica, assim como a maioria das indústrias, enfrenta vários outros tipos de risco. Dentre eles podemos destacar: o risco político, o operacional, o de liquidez, o de crédito e principalmente o risco climático. Para mitigar esses riscos foram criados mecanismos operacionais e financeiros. Nesse contexto, destacam-se os contratos derivativos de clima, que são ferramentas financeiras utilizadas pelas indústrias, principalmente a de energia elétrica, na gestão de risco de mercado. Sua principal função é a redução dos prejuízos causados pela variação repentina ou inesperada da demanda. Nesse ponto os derivativos de clima podem ser considerados muito mais uma ferramenta geral de gerenciamento de risco do que os contratos de seguros de clima correntemente disponíveis.

Em geral, os derivativos de clima cobrem eventos de baixo risco e alta-probabilidade, enquanto que o seguro de clima cobre tipicamente eventos de alto risco e baixa-probabilidade, definidos em apólices altamente customizadas. Por exemplo, uma companhia pode usar um derivativo climático para salvaguardar-se contra um inverno no qual haja previsões de que seja, por exemplo, 2° Celsius mais quente do que a média histórica (um evento de risco baixo e elevada probabilidade), desde que a companhia saiba como seus rendimentos seriam afetados por este tipo de mudança. Mas a mesma companhia também pode comprar uma apólice de seguro para proteção contra danos causados por uma inundação ou por um furacão (eventos de alto risco e baixa-probabilidade).

Até recentemente existiam muito poucas ferramentas financeiras para oferecer proteção contra riscos relacionados ao clima. Muitas companhias tinham apólices de seguro para cobrir danos catastróficos, porém, havia uma lacuna em

termos de proteção contra a redução na demanda proveniente do clima estar mais ameno ou mais quente do que era esperado. Ao final dos anos 90, algumas empresas começaram a perceber que se quantificassem e indexassem o tempo, em termos da temperatura média mensal ou sazonal, e adicionassem uma quantia monetária a cada índice, poderiam negociar o clima em modo comparado a índices de ações, taxas de juros e commodities agrícolas.

A bolsa de valores de Chicago (CME, *Chicago Mercantile Exchange*) criou no final da década de 90 o mercado dos derivativos de clima para possibilitar a transferência de risco em companhias que podem ser adversamente afetadas por variações imprevistas da temperatura. Esses contratos são arquitetados para ajudar as empresas a proteger seus rendimentos durante tempos de baixa demanda ou custos excessivos provenientes das condições climáticas desfavoráveis. O conceito de o clima ser uma “mercadoria” a ser negociável começou a tomar forma, pois em alguns setores os fatores climáticos tendem a afetar mais o volume e a utilização do que o preço, como expõe Cosidine, 2006.

Quando se iniciou a convergência entre o mercado de capitais e o mercado de seguros, o processo foi evidenciado pelo crescimento do número de “catastrophe bonds” negociados. O mercado de derivativos climáticos é a lógica extensão e consolidação dessa convergência e teve início durante o inverno do El Niño de 1997-1998 no hemisfério norte. Algumas companhias, de frente com a possibilidade de declínio significativo dos rendimentos por conta do fraco inverno, decidiram assegurar seu risco climático sazonal. Embora os derivativos que protegem quanto aos riscos do preço existam há décadas, não havia nenhum produto para controlar os riscos relacionados ao volume. Sob pressão de ambos os riscos, os produtores de energia criaram o instrumento de derivativos de clima e a partir disso foi possível combinar conjunta e adequadamente a proteção contra volume e preço a partir de instrumentos financeiros. A primeira transação de derivativos climáticos foi realizada em 1997, e ocorreu entre produtores de energia, que estipularam uma compensação monetária para as variações nas vendas causadas por flutuações de temperatura durante os meses de inverno.

Em 1999, a CME fez uma etapa a mais no exame dos derivativos climáticos e introduziu um mercado de comercialização dos climas futuros e de opções negociadas em contratos futuros, os primeiros produtos desse tipo. O mercado futuro do clima e as opções em futuros da CME são contratos padronizados

negociados publicamente no mercado aberto, em um ambiente de leilão eletrônico, com a negociação contínua dos preços e completa transparência deste. A CME oferece normalmente contratos de derivativos climáticos para 22 centros populacionais selecionados e centrais de energia com riscos climáticos significantes ao redor do mundo. Isto inclui 15 cidades dos Estados Unidos, 5 da Europa e 2 do Japão, com a lista constantemente aumentando. Embora no mercado internacional esteja havendo um expressivo crescimento nas negociações de derivativos climáticos, ainda não ocorreu nenhuma negociação desse tipo de derivativos nas bolsas de valores brasileiras.

A flexibilidade em se definir os derivativos de clima permite que sejam desenvolvidas várias estruturas de contratos para gerenciar uma ampla variedade de riscos relacionados a fenômenos meteorológicos, em diversos países e características de clima. No Brasil, os derivativos climáticos possuem um grande mercado a ser explorado, principalmente no setor de energia elétrica, que sofreu redução significativa de demanda recentemente por conta do período de racionamento de energia. O desenvolvimento de índices, modelos e metodologias específicas para os derivativos de clima no mercado de energia brasileiro, podem amenizar os impactos econômicos de novos choques na demanda provenientes de intempéries da natureza.

## 1.2

### Objetivos

O objetivo desta dissertação é mostrar como o recente mercado de derivativos climáticos, que tem se desenvolvido tanto internacionalmente, pode ajudar as companhias de diversos setores econômicos a se protegerem de forma mais eficiente contra efeitos adversos do clima. Para isso é necessário que haja um maior entendimento do assunto e um aprimoramento das técnicas e metodologias de precificação do clima. Dessa forma esse estudo aplica modelos de previsão de séries temporais em uma série de temperatura da cidade do Rio de Janeiro para se analisar e desenvolver técnicas que ajudem na implantação e no crescimento da negociação de contratos de clima em bolsas brasileiras.

**1.3.****Estrutura da Dissertação**

A dissertação é organizada em seis capítulos. No Capítulo 2 serão discutidos o mercado de Derivativos Climáticos, assim como o mercado de energia, os componentes do mercado financeiro envolvidos e os riscos inerentes as tomadas de decisão. O Capítulo 3 apresenta o arcabouço teórico envolvido na precificação dos derivativos de clima com base na revisão na literatura. O conjunto de dados é descrito no Capítulo 4. No Capítulo 5 são apresentados os modelos de previsão da temperatura. Os resultados da modelagem e as previsões são expostos no Capítulo 6. Por último são apresentadas as conclusões e discussões sobre o tema.