

## 10 Conclusão

Esta tese apresentou a proposta e o desenvolvimento de um modelo computacionalmente viável para o cálculo do preço de curto-prazo no Brasil, a fim de permitir a precificação de derivativos na comercialização de energia no setor elétrico.

Para tanto foi proposto na primeira parte da dissertação um modelo de processo estocástico para criar cenários consistentes para o PLD, esse processo estocástico usa um AG para estimar os seus parâmetros. Na segunda parte foi modelado o problema de cálculo do valor de derivativos no setor elétrico (opção na comercialização de energia) empregando algoritmo genético e a simulação Monte Carlo.

Estes modelos abordam dois problemas: a modelagem de processos estocásticos para preço de curto-prazo no Brasil (PLD) e a regra de decisão ótima juntamente com a obtenção do valor da opção quando se esta num mercado onde existem diversos ofertantes para negociação de energia.

Para o primeiro problema foram utilizados algoritmos genéticos para estimar os parâmetros do processo de reversão à média (MRM) que melhor representasse a formação de preço no mercado brasileiro, considerando as características dos períodos secos e úmidos. Os resultados deste modelo foram utilizados para valorar os derivativos empregando um GA em conjunto com a simulação Monte Carlo. Os resultados foram comparados aos que se obtêm com o modelo atual que o setor elétrico utiliza para a previsão de preço (Newave), onde foi verificado que novo modelo proposto neste trabalho é mais aderente à realidade.

A vantagem do modelo desenvolvido foi a melhora na estimativa do preço de curto-prazo já que observando os dados gerados pelo Newave verifica-se que no curto-prazo (até 12 meses) o modelo tende a manter o status atual do preço. Isto quer dizer que caso o preço esteja com um valor baixo ou alto o modelo “perpetua” este cenário e acaba por não aderir à realidade.

Vale destacar também as inferências efetuadas pelo ONS (Operador Nacional do Sistema) e CMSE (Comite de Monitoramento do Setor Elétrico) que não fazem parte da modelagem matemática do Newave, como por exemplo, o

“nível meta<sup>12</sup>”, criam uma “artificialidade” no preço que não é capturada no sistema atual, mas que irão refletir nos meses futuros. Como estas influências dos órgãos governamentais são observadas ao histórico isto permite que o modelo elaborado com o uso dos dados históricos “enxergue” este comportamento e reflita no resultado.

No Brasil atualmente mercado de derivativos de energia é muito reduzido devido às dificuldades de estimação do preço spot (PLD). Este trabalho mostrou um modelo que tornou viável a valoração de flexibilidades e opção em contratos de energia.

No segundo modelo desenvolvido para a análise das opções, o algoritmo genético implementado permite precificar os derivativos no mercado de energia de forma rápida e eficiente. Além disso, a metodologia facilita a utilização de diversos processos estocásticos e/ou o uso de outras formas de precificação (como no caso deste trabalho onde foram utilizados os cenários gerados pelo Newave) com poucas modificações.

Os modelos verificados neste estudo mostram-se alternativas promissoras para sistemas de apoio à decisão no mercado de energia elétrica brasileiro. A capacidade de aderir-se melhor a realizada dos preços, bem como a facilidade de obtenção da regra de decisão ótima sem a necessidade de solucionar complexas equações diferenciais abre caminho para sistemas mais eficazes e ágeis na análise e desenvolvimento de produtos no mercado de energia brasileiro.

Vale ainda discutir, e não concluir, que conforme pudemos verificar em anos como os de La Nina onde existe atraso do período úmido e/ou menor volume de chuvas o modelo é melhor representado pelos experimentos com maior médias de longo prazo (como experimento 4 para o processo estocástico para o PLD).

Entretanto em anos como os de El Nino em que a hidrologia é mais favorável o modelo que melhor o representa se da pelos experimentos com menor médias de longo prazo (como experimento 3).

Ainda não existem dados conclusivos a este respeito já que o histórico de preços é muito reduzido (inferior a 10 anos) para uma análise mais detalhada. Entretanto, este é um ponto a ser discutido e que pode gerar trabalhos futuros.

---

<sup>12</sup> Nível mínimo de partida previsto para os reservatórios no início do período úmido (novembro) e caso o modelo aponte que os níveis poderão ser violados algumas térmicas “definidas pelo CMSE” são despachadas “fora da ordem de mérito”

## 10.1. Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro sugere-se:

- Estudar, modelar e inserir a incerteza hidrológica no cálculo do preço;
- Através do uso do estudo prospectivo<sup>13</sup> modelar os preços máximos e mínimos ao longo do horizonte;
- Adaptar esta metodologia para opções compostas;
- Pesquisar outras funções para representar a curva de exercício ótimo ou curvas de gatilho ao invés das curvas logarítmicas utilizadas neste trabalho, a fim de obter uma melhor aproximação da citada curva de gatilho.
- Pesquisar outro processo para a representação da formação de preço ao invés do Movimento de Reversão à média utilizado neste trabalho, a fim de obter uma melhor aproximação aos preços verificados na prática.

---

<sup>13</sup> Estudo no qual é atribuído um nível de partida aos reservatórios de cada mês e estimadas as aflúncias para assim obter o nível dos reservatórios ao final do período que será inserido como nível de partida no mês posterior com uma nova previsão de aflúncia e assim sucessivamente até finalizar o horizonte pretendido (ONS, 2011).