

5 MODELOS COMPUTACIONAIS E VISÃO GERAL DA METODOLOGIA DE ESTRATÉGIA DE OFERTAS

A metodologia utilizada nesta tese para definir a estratégia de oferta dos agentes geradores em leilões de contratos de opção com ofertas de strike-prêmio e quantidade consiste em estabelecer uma curva strike x ICB que, para cada oferta de strike, calcule o prêmio da opção de forma a minimizar o ICB correspondente com restrição de risco. De posse desta curva, o agente pode determinar a oferta do strike mais competitivo que leve ao menor ICB “global”, isto é, o menor dentre os obtidos para todos os strikes analisados.

Para a construção desta curva, é necessária uma modelagem de todas as incertezas relevantes no processo, como por exemplo, incerteza no despacho, no suprimento de combustível, etc. Neste trabalho, todas as incertezas relevantes são modeladas através de uma abordagem *fundamentalista*, ou seja, por cenários, produzidos a partir de modelos computacionais externos.

O objetivo deste capítulo é apresentar uma visão geral da metodologia e procedimentos adotados para possibilitar a definição da estratégia de oferta do preço de exercício e do prêmio, que minimize o ICB.

5.1 Cenários de preço spot e disponibilidade de gás

Como ilustração, a Figura a seguir mostra o fluxo de informações e os modelos computacionais utilizados nesta dissertação.

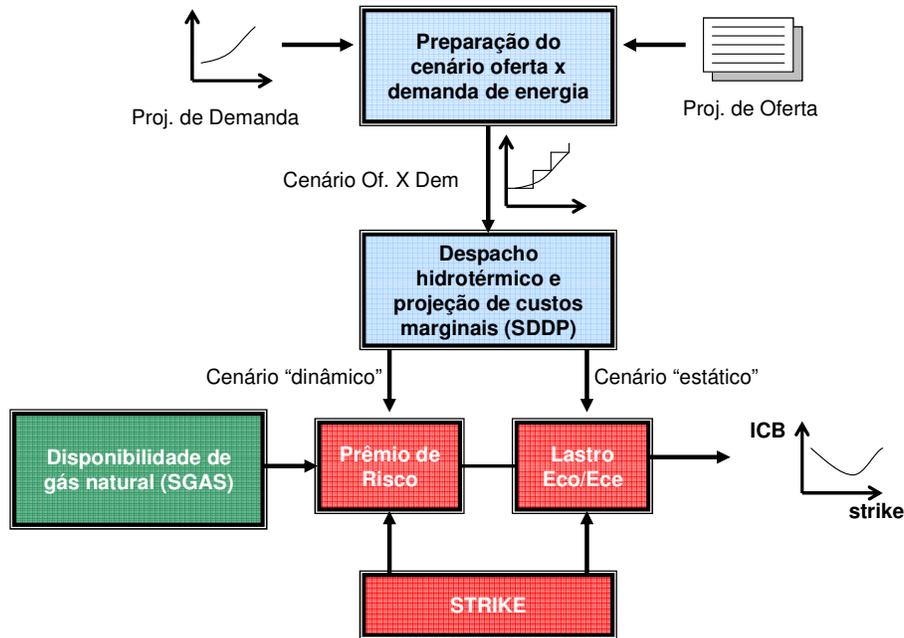


Figura 5-1 – Cadeia de modelos utilizada na minimização do ICB

Cada etapa do processo anterior é descrita abaixo:

a) Construção de um cenário de oferta e demanda para simulação da operação – nesta etapa é preparado um cenário de crescimento mensal da demanda para cada submercado a partir de hipóteses de crescimento do PIB. A seguir, é ajustado um plano de expansão a este cenário, levando em conta a competitividade das opções de geração disponíveis (usinas, hidrelétricas, térmicas a gás, carvão e outras, e interconexões internacionais), os limites de transmissão e as características do mercado brasileiro.

b) Construção de um cenário de oferta e demanda estático – nesta etapa é preparado um cenário com configuração estática de oferta de energia para cálculo das parcelas que compõe o ICB (energia assegurada, custo operativo e custo econômico). A demanda é ajustada de forma iterativa mantendo-se fixas as proporções entre os subsistemas (Sul, Sudeste, Norte e Nordeste). O processo converge quando pelo menos um dos subsistemas atinge risco de déficit anual de 5%, de acordo com o critério de segurança definido pelo Conselho Nacional de Política Energética.

c) Modelo computacional para projeção de preços spot e despacho das usinas: para os estudos de caso desta tese, utilizou-se o modelo de despacho

hidrotérmico¹⁴. A partir de um cenário de oferta e demanda de energia elétrica, o modelo calcula as funções de custo futuro do sistema hidrotérmico, levando em consideração as restrições do sistema hidrotérmico e as incertezas nas afluições. O algoritmo de cálculo das FCFs é uma extensão do procedimento de PDE apresentado no Capítulo 2, chamada PD Dual Estocástica. Uma vez calculadas as FCFs, o SDDP simula a operação do sistema, isto é, resolve sucessivamente o problema de despacho de um estágio para um conjunto de *cenários hidrológicos* (conjunto de vazões afluentes ao longo dos T estágios) indexados por $n = 1, \dots, N$. O resultado da simulação consiste de um conjunto de preços spot, $\{\pi_{tn}\}$, para cada submercado, e um conjunto de produções de energia para cada um dos J geradores a gás natural, $\{g_{tjn}\}$, para $n = 1, \dots, N; j = 1, \dots, J$ e $t = 1, \dots, T$.

d) Construção do cenário de oferta e demanda de gás natural para simulação do transporte do gás natural – nesta etapa é preparada uma projeção da demanda não-termoelétrica (setor industrial, comercial, automotivo, residencial, cogeração), da demanda termoelétrica e da oferta. A projeção da demanda não-termoelétrica é obtida através da regressão linear dos dados históricos de consumo de cada distribuidora. A demanda termoelétrica é calculada a partir do despacho das usinas do item c), resultando em um conjunto de consumos de gás para cada um dos J geradores, $\{q_{tjn}\}$, para $n = 1, \dots, N; j = 1, \dots, J$ e $t = 1, \dots, T$. A projeção da oferta de gás natural é feita com base nos principais novos projetos de produção.

e) Modelo para cálculo da disponibilidade de gás natural da usina: para os estudos de caso desta tese, utilizou-se um modelo de fluxo em rede com a representação do sistema de transporte de gás do Brasil. Com base nas projeções de demanda e oferta do item d, calculou-se o fluxo que minimiza o déficit no atendimento a demanda, conforme será detalhado no Anexo B. O resultado é a disponibilidade de gás para a usina em cada etapa e em cada cenário hidrológico.

¹⁴ Foi utilizado o software SDDP (baseado na metodologia de programação dinâmica estocástica dual, que trata o problema de despacho de mínimo custo do sistema de forma individualizada por usina), de propriedade da PSR Consultoria – <http://www.psr-inc.com>

5.2 Metodologia

Definidos os cenários de disponibilidade de gás e de custos marginais das duas configurações (estática e de operação), a curva strike x ICB é obtida pelos seguintes passos:

1. seleciona-se um preço de exercício;
2. com os cenários de custos marginais da configuração estática calcula-se: a energia assegurada, o valor esperado do custo operativo e o valor esperado do custo econômico;
3. para cada série de custos marginais da configuração de operação calcula-se o despacho da usina;
4. com os cenários de disponibilidade de gás calcula-se para cada série hidrológica a receita operativa da usina, ou seja, a diferença entre o reembolso do exercício da opção e o custo de operação;
5. calcula-se o prêmio de risco
6. calcula-se o ICB e retorna ao passo 1.

Uma vez que a curva é construída, seleciona-se a oferta de *strike* e o prêmio de risco, que minimiza o ICB. O próximo capítulo discute o cálculo do prêmio do risco.