

5 MODELO COMPUTACIONAL

5.1 Introdução

O modelo computacional desenvolvido neste trabalho é uma ferramenta que permite às distribuidoras estabelecer estratégias de contratação sob incerteza na demanda, contendo o conjunto de regras e instrumentos de mitigação do risco oferecidos pela nova legislação brasileira. O objetivo deste modelo é buscar uma estratégia de contratação pelas distribuidoras que, dados os futuros cenários de crescimento da demanda, evite tanto a sub-contratação como a sobre-contratação, assim como compras em leilões com preços acima do limite de repasse.

Nas próximas seções será detalhada a arquitetura do modelo e a formulação do problema de programação linear com as restrições relativas às regras da nova legislação, a função objetivo do modelo e os dados de entrada.

5.2 Arquitetura

A arquitetura do modelo computacional desenvolvido neste trabalho pode ser dividida nas seguintes partes: (i) interface, (ii) dados de entrada, (iii) otimização e (iv) resultados.

5.2.1 Interface

A interface do modelo foi criada em ambiente Excel, com programação em *Visual Basic for Applications* (VBA). Através desta interface é possível ler os dados de entrada, tratar as informações, chamar o software de otimização e visualizar os resultados.

5.2.2

Dados de Entrada

Os dados de entrada consistem nas informações de mercado das distribuidoras que, após tratamento, irão alimentar o programa de otimização linear. Estes arquivos estão dispostos no formato CSV (*Comma Separated Value*), podendo ser alterados pela interface ou diretamente através de programas que suportem este formato para edição (por exemplo, próprio Excel).

5.2.3

Otimização

Como foi visto, foi formulado um problema de programação linear, cujas variáveis de decisão a serem definidas são os montantes a contratar (ou descontratar) em cada leilão de energia no horizonte estabelecido.

Este problema foi formulado em linguagem *Mosel*, através do software *Xpress* [7]. O programa é acionado automaticamente após a leitura dos dados de entrada, dando início a solução do problema de programação linear, utilizando o método *dual simplex*.

5.2.4

Resultados

Os resultados principais obtidos ao final da otimização são os montantes de energia a serem contratos nos diversos leilões, para cada nó da árvore de decisão. Porém, como subproduto é possível verificar também os percentuais de sub-contratação, sobre-contratação, descontratação e valor da tarifa.

Estes resultados são armazenados em arquivos no formato *CSV*. Pela interface (em ambiente Excel), é possível visualizá-los através de gráficos e planilhas.

5.3

Implementação das Regras

O modelo computacional simula a ação de um agente de distribuição dentro do novo modelo do setor elétrico brasileiro. Este capítulo apresenta como foram implementadas no modelo computacional as principais regras do decreto que influenciam na contratação das distribuidoras.

5.3.1

Leilão de Transição (Energia Existente)

- Entrega nas datas determinadas: 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009.
- Contratos com oito anos de duração.
- Repasse integral para as tarifas.

5.3.2

Leilão de Ajuste

- Entrega no mesmo ano de contratação.
- Contratos com um ano de duração.
- Repasse integral para as tarifas até limite de VR.
- Limite de compra em 1% da carga total contratada.

5.3.3

Leilão de Energia Existente em A-1

- Entrega um ano após contratação.
- Contratos com cinco anos de duração.
- Repasse integral para as tarifas.
- Até 2012: Limite de compra em 1% da demanda verificada no ano anterior.
- Após 2012: Limite de compra em 105% do contrato de energia existente que vence no ano.

5.3.4

Leilão de Energia Nova em A-3

- Entrega três anos após contratação.
- Duração ao longo do período de estudo (mínimo de quinze anos é maior que o horizonte de estudo).

- Repasse de VR durante três primeiros anos de entrega. Após este período, repasse integral.
- Limite de compra de 2% da carga verificada em A-5 (dois anos antes).

5.3.5 Leilão de Energia Nova em A-5

- Entrega cinco anos após contratação.
- Duração ao longo do período de estudo (mínimo de quinze anos é maior que o horizonte de estudo).
- Repasse de VR durante três primeiros anos de entrega. Após este período, repasse integral.

5.3.6 Descontratação por Variação de Mercado

- Eficácia um ano após decisão.
- Aplicação para todos os contratos de energia existente firmados.
- Limitada a 4% do montante inicial contratado.

5.4 Penalidades

A seguir é explicado como a distribuidora é penalizada caso ela esteja em situação de sub ou sobre-contratação.

5.4.1 Sub-Contratação

Caso a distribuidora não esteja contratada na totalidade de sua carga, ela deve adquirir o montante necessário no mercado de curto prazo da CCEE pelo preço de liquidação de diferenças (PLD), e será repassado às tarifas o menor valor entre o PLD e o VR. Além disso, há aplicação de uma penalidade, seguindo a resolução 91 da ANEEL, no valor de VR ou PLD, o que for maior.

Assim, cada MW médio abaixo de 100% da demanda trará um custo pela diferença da compra (PLD) e o repasse (VR ou PLD, o que for menor), além de uma multa (PLD ou VR, o maior).

$$\text{Penalidade Sub} = \text{PLD} - \text{Min} \{ \text{PLD}, \text{VR} \} + \text{Max} \{ \text{PLD}, \text{VR} \}$$

5.4.2 Sobre-Contratação

Assume-se que a sobre-contratação até 103% da demanda terá seu custo de compra repassado ao consumidor final e esta energia excedente será liquidada no mercado de curto prazo, com a renda revertida para modicidade tarifária. Ou seja, não representa um custo para distribuidora, como também não traz um lucro extra. Acima de 103% da demanda, no entanto, a distribuidora arcará completamente com os custos de compra, não os repassando para tarifa. Porém a renda pela liquidação do excedente no mercado de curto prazo será de sua propriedade.

Assim, cada MW médio acima de 103% da demanda trará um custo pela diferença entre o preço de compra (VR) e de liquidação no mercado de curto prazo (PLD).

$$\text{Penalidade Sobre} = \text{VR} - \text{PLD}$$

5.5 Função Objetivo

O objetivo da distribuidora no modelo computacional é minimizar a soma ponderada de dois fatores:

- Custo esperado da tarifa para os consumidores cativos;
- Custo esperado das penalizações/incentivos para a distribuidora, devido à sub-contratação (multa); sobre-contratação (limite de repasse até 103% da demanda) e contratação eficiente (valor do repasse comparado ao preço de compra para cada tipo de leilão).

Esta ponderação reflete a *aversão a risco* [29, 30] e os distintos objetivos [13, 31] de cada distribuidora. Em um dos extremos, modela-se uma distribuidora indiferente a risco, cujo único objetivo é minimizar o custo da energia para seus consumidores. No outro extremo, se representa uma distribuidora cujo único interesse é minimizar seus próprios riscos: penalidades de sub e sobre-contratação, e custos por contratação ineficiente.

5.6 Dados de Entrada

O modelo computacional desenvolvido considera os seguintes dados de entrada:

5.6.1 Dados de Entrada do Mercado

- Preços de contrato para os leilões A-5, A-3, A-1 e ajuste (A-0): Corresponde ao preço da energia candidata a ser contratada em cada leilão A-j. Caso haja a decisão de contratação desta energia em uma etapa t qualquer, a mesma será entregue (e passará a fazer parte do *portfolio* de contratos da distribuidora) na etapa $t+j$.
- Valor Anual de Referencia (VR): Corresponde ao “preço de *benchmark*”, o preço médio (ponderado pelas respectivas quantidades totais de compra) dos leilões A-5 e A-3. Na modelagem atual este valor é um dado de entrada. Cabe lembrar que sua utilização principal é possibilitar a modelagem de ganhos e perdas da distribuidora durante três anos caso sua estratégia de contratação seja, respectivamente, melhor ou pior que a “média do mercado” daquele ano. Esta “média do mercado” é representada pelo VR.
- Cenários de Preço de Liquidação de Diferenças (PLD): Como foi visto em 5.2, o custo líquido da distribuidora por sub e sobre-contratação está relacionado com o preço de liquidação de diferenças (PLD). Devido à possibilidade do PLD em cenários de sobre-contratação ser diferente do PLD em cenários de sub-contratação, o modelo oferece a possibilidade de simular dois cenários de PLD, um para cada situação estrutural (sobre e sub contratação). Isto significa

que, em seu estágio atual de desenvolvimento, o modelo não calcula o PLD para cada ano associado à situação estrutural de cada nó da árvore.

- Taxa de desconto anual: Corresponde à taxa anual de desconto (juros reais ao ano) que é utilizada no modelo para trazer a valor presente os custos de um ano qualquer.
- Preço de contratos do leilão de transição: Corresponde ao preço de energia a ser contratada no “mega” leilão de energia existente. Os preços demonstram o valor de um contrato iniciando em 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009 com a duração de oito anos.

5.6.2

Dados de Entrada da Distribuidora

- Contratos antigos da distribuidora: montante anual de energia já contratada pela distribuidora (por exemplo, Cotas de Itaipu, PROINFA, Contratos Iniciais e bilaterais firmados) para cada ano do horizonte de estudo.
- Árvore de Crescimento da Demanda (ver capítulo 4): a partir de N cenários de projeção de demanda estabelecidos pelos comitês de estudos de mercado da distribuidora (usualmente $N = 3$), são obtidas as taxas de crescimento anual associadas a cada cenário. Estas taxas são informadas ao modelo, junto com o mercado do ano inicial e a matriz de probabilidade de transição entre taxas de crescimento de um ano para outro. Com isso é produzida uma “árvore” de cenários de crescimento da demanda que representa a incerteza na evolução da mesma.