

## 6 ESTUDO DE CASO: DESCRIÇÃO

### 6.1 Introdução

Sob a nova regulamentação do setor elétrico, ocorreram três grandes leilões de energia: Primeiro Leilão de Energia Existente, Segundo Leilão de Energia Existente e Leilão de Energia Nova. O primeiro leilão de energia existente ocorreu em 07 de dezembro de 2004, onde foram negociados contratos com início de entrega em 2005, 2006 e 2007, e com duração de 8 anos. O segundo leilão de energia existente foi realizado em 02 de abril de 2005 e estavam disponibilizados contratos para entrega em 2008 e 2009, também com 8 anos de duração. Já o leilão de energia nova ocorreu em 16 de dezembro de 2005, onde foram oferecidos contratos para entrega em 2008, 2009 e 2010, com duração de 15 e 30 anos.

Em cada um destes eventos, as distribuidoras foram chamadas a fazer suas declarações de compra para cada um dos produtos (contratos) ofertados. Isto significa que cada distribuidora fez sua previsão de crescimento de carga e através dela realizou suas avaliações das necessidades de acréscimos de contratos de energia para o futuro.

Utilizando o modelo computacional elaborado neste trabalho, é possível simular o processo de contratação de uma única distribuidora, cuja demanda e necessidades de contratação correspondem à soma das demandas e necessidades individuais de todas as distribuidoras do país. Desta forma, o resultado do modelo computacional para esta distribuidora analisada seria uma estimativa da demanda dos leilões de energia, uma vez que esta demanda representa a declaração conjunta de todas as distribuidoras.

Para este estudo serão simuladas diferentes estratégias de contratação das distribuidoras na ocasião de cada um dos três diferentes leilões de energia ocorridos. A seguir serão apresentados os dados de entrada para simulação e os diferentes casos

(estratégias) considerados. Nos próximos capítulos os resultados das simulações serão apresentados, comparados e analisados.

## 6.2

### Premissas Básicas

O modelo computacional foi utilizado para simular a contratação das distribuidoras à época de cada um dos três leilões ocorridos. Desta forma, os dados de entrada<sup>2 3</sup> para as simulações deveriam refletir a situação das distribuidoras no momento em que elas fizeram suas declarações de compra de energia. Para simulação de cada um dos leilões, foram utilizados diferentes dados de entradas, como será visto a seguir.

#### 6.2.1

##### Primeiro Leilão de Energia Existente (EE1)

As tabelas a seguir apresentam os principais parâmetros utilizados na simulação realizada para o primeiro leilão de energia existente<sup>4</sup>.

Tabela 6-1 - Preços de contrato para os leilões A-5, A-3, A-1, Ajuste e VR (R\$/MWh):

Preços	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
A-1	80	85	90	95	100	100	100	100	100	100
A-5	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
A-3	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Ajuste	70	80	90	95	100	100	100	100	100	100
VR	60	70	120	120	108	108	108	108	108	108

Tabela 6-2 - Cenários de Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) (R\$/MWh):

PLD	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sub	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Sobre	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

<sup>2</sup> Valores estimados obtidos com a consultoria Mercados de Energia.

<sup>3</sup> Os preços apresentados estão em valores nominais.

<sup>4</sup> Para os anos de 2005 e 2006, o VR é definido como o maior preço do leilão de energia existente para entrega nestes anos.

Tabela 6-3 – Preço de contratos do primeiro leilão de energia existente (R\$/MWh):

2005	2006	2007
55	65	75

Tabela 6-4 - Montante de contratos existentes da distribuidora (GWmed):

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
25.0	19.4	20.4	20.0	19.5	19.6	18.7	18.6	18.3	18.3

### 6.2.1.1

#### Árvore de crescimentos da demanda

As taxas de crescimento referentes ao cenário de referência de projeção da demanda do Brasil foram obtidas através de trabalho conjunto com a consultoria Mercados de Energia, cuja metodologia é descrita no Anexo B.

Tabela 6-5 – Cenário de referência do crescimento da demanda do Brasil:

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
6.4%	5.0%	5.5%	5.2%	4.9%	4.7%	4.8%	4.9%	4.4%	4.3%

Porém, é preciso descontar da demanda do país o que é efetivamente relativo ao consumo das distribuidoras. Desta forma, é preciso considerar a participação das distribuidoras no consumo total do país.

Tabela 6-6 – Participação das distribuidoras no consumo de energia do país:

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
79.0%	77.0%	76.0%	76.0%	76.0%	76.0%	75.8%	75.8%	75.8%	75.8%	75.8%

De posse destes valores, é possível traçar o cenário de referência para o crescimento das distribuidoras. Já os cenários alto e baixo foram criados variando 1.5% nas taxas de crescimento anuais do cenário de referência, com o objetivo de recriar a incerteza das distribuidoras em relação às demandas. As taxas de crescimento resultantes estão descritas na tabela abaixo:

Tabela 6-7 – Taxas de crescimento da demanda das distribuidoras:

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Alto	3.8%	5.6%	6.7%	6.4%	6.3%	6.0%	6.3%	6.4%	5.9%	5.7%
Ref.	2.3%	4.1%	5.2%	4.9%	4.8%	4.5%	4.8%	4.9%	4.4%	4.2%
Baixo	0.8%	2.6%	3.7%	3.4%	3.3%	3.0%	3.3%	3.4%	2.9%	2.7%

### 6.2.2

#### Segundo Leilão de Energia Existente (EE2)

As tabelas a seguir apresentam os principais parâmetros<sup>5</sup> utilizados na simulação realizada para o segundo leilão de energia existente.

Tabela 6-8 - Preços de contrato para os leilões A-5, A-3, A-1, Ajuste e VR (R\$/MWh):

Preços	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
A-1	80	85	90	95	100	100	100	100	100	100
A-5	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
A-3	120	125	130	130	130	130	130	130	130	130
Ajuste	70	80	90	95	100	100	100	100	100	100
VR	62	70	120	125	108	108	108	108	108	108

Tabela 6-9 - Cenários de Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) (R\$/MWh):

PLD	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sub	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Sobre	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabela 6-10 - Preço de contratos do segundo leilão energia existente (R\$/MWh):

2008	2009
110	115

Tabela 6-11 - Montante de contratos existentes da distribuidora (GWmed):

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
25.2	20.1	21.1	20.1	19.5	19.7	18.9	18.7	18.4	18.4

<sup>5</sup> Valores estimados obtidos com a consultoria Mercados de Energia.

Vele ressaltar que os montantes de contratos existentes neste momento incluem a energia adquirida no primeiro leilão de energia existente.

### 6.2.2.1 Árvore de crescimentos da demanda

Para as taxas de crescimento da demanda para o segundo leilão de energia existente, foram utilizadas premissas que se tinha à época. Assim, formou-se um novo cenário de referência para o crescimento da demanda do país.

Tabela 6-12 – Cenário de referência do crescimento da demanda do Brasil:

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
4.8%	5.3%	5.0%	4.7%	4.6%	4.6%	4.8%	4.9%	4.4%	4.2%

Da mesma forma, foi revista a previsão da participação das distribuidoras no consumo total de energia do país.

Tabela 6-13 – Participação das distribuidoras no consumo de energia do país:

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
79.0%	76.6%	76.0%	76.0%	76.0%	76.0%	75.8%	75.8%	75.8%	75.8%	75.8%

De posse destes valores, é possível traçar o cenário de referência para o crescimento das distribuidoras para o segundo leilão de energia existente. Como feito antes, os cenários alto e baixo foram criados variando 1.5% nas taxas de crescimento anuais do cenário de referência, com o objetivo de recriar a incerteza das distribuidoras em relação às demandas. A exceção fica para o ano de 2005, pois como o leilão foi realizado em abril deste ano, a incerteza neste ano é reduzida para uma variação de 0.75%. As taxas de crescimento resultantes estão descritas na tabela abaixo:

Tabela 6-14 – Taxas de crescimento da demanda das distribuidoras:

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Alto	2.4%	6.0%	6.5%	6.2%	6.1%	5.8%	6.3%	6.4%	5.9%	5.7%
Ref.	1.6%	4.5%	5.0%	4.7%	4.6%	4.3%	4.8%	4.9%	4.4%	4.2%
Baixo	0.9%	3.0%	3.5%	3.2%	3.1%	2.8%	3.3%	3.4%	2.9%	2.7%

### 6.2.3 Leilão de Energia Nova (EN)

As tabelas a seguir apresentam os principais parâmetros<sup>6</sup> utilizados na simulação realizada para o leilão de energia nova. Para esta simulação o ano base é 2005.

Tabela 6-15 - Preços de contrato para os leilões A-5, A-3, A-1, Ajuste e VR (R\$/MWh):

Preços	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
A-1	80	85	90	95	100	100	100	100	100	100
A-5	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
A-3	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ajuste	70	100	110	120	120	120	120	120	120	120
VR	70	100	110	120	120	120	120	120	120	120

Tabela 6-16 - Cenários de Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) (R\$/MWh):

PLD	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sub	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Sobre	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabela 6-17 - Preço de contratos do leilão de energia nova (R\$/MWh):

2007	2008	2009
110	115	120

Tabela 6-18 - Montante de contratos existentes da distribuidora (GWmed):

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
25.0	19.5	20.4	20.1	19.5	19.7	18.9	18.7	18.4	18.4

Vele ressaltar que os montantes de contratos existentes neste momento incluem a energia adquirida nos leilões de energia existente realizados.

<sup>6</sup> Valores estimados obtidos com a consultoria Mercados de Energia.

**6.2.3.1****Árvore de crescimentos da demanda**

Novamente, para as taxas de crescimento da demanda do leilão de energia nova, foram utilizadas premissas que se tinham à época. Assim, formou-se um novo cenário de referência para o crescimento da demanda do país.

Tabela 6-19 – Cenário de referência do crescimento da demanda do Brasil:

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
4.70%	5.00%	4.90%	4.25%	5.20%	4.34%	4.80%	4.90%	4.36%	4.23%

Da mesma forma, foi revista previsão da participação das distribuidoras no consumo total de energia do país.

Tabela 6-20 – Participação das distribuidoras no consumo de energia do país:

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
76.0%	75.5%	75.5%	75.5%	75.5%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%	75.0%

De posse destes valores, é possível traçar o cenário de referência para o crescimento das distribuidoras para o leilão de energia nova. Os cenários alto e baixo foram criados variando 1.5% nas taxas de crescimento anuais do cenário de referência, com o objetivo de recriar a incerteza das distribuidoras em relação às demandas. As taxas de crescimento resultantes estão descritas na tabela abaixo:

Tabela 6-21 – Taxas de crescimento da demanda das distribuidoras:

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Alto	5.8%	6.4%	5.7%	6.7%	5.1%	6.3%	6.4%	5.9%	5.7%	5.7%
Ref.	4.3%	4.9%	4.2%	5.2%	3.6%	4.8%	4.9%	4.4%	4.2%	4.2%
Baixo	2.8%	3.4%	2.7%	3.7%	2.1%	3.3%	3.4%	2.9%	2.7%	2.7%

**6.2.4****Função Objetivo**

Para este estudo, as distribuidoras foram consideradas bastante avessas aos seus próprios riscos. Desta forma, foi utilizado na função objetivo  $\lambda = 90\%$ , o que representa as distribuidoras objetivando minimizar quase somente seus próprios

riscos, dando, porém, um pequeno peso a tarifa para seu consumidor. Isto porque, caso  $\lambda$  fosse igual a 100% (minimizar exclusivamente custos da distribuidora), o modelo de otimização poderia escolher uma estratégia que sacrificasse demais a tarifa para o consumidor, em troca de um ganho muito pequeno nos custos exclusivos da distribuidora. Porém, sabemos que o valor repassado para tarifa dos consumidores cativos também é um ponto de interesse para as distribuidoras, pois isto influi diretamente no seu grau de satisfação, inadimplência etc. Logo esta foi a hipótese considerada mais realista.

### 6.3

#### Casos Analisados

Para cada leilão simulado, foram analisadas quatro diferentes formas de planejamento para as distribuidoras declararem suas demandas nos leilões. Estas diferentes estratégias são explicadas a seguir.

#### 6.3.1

##### Plano Fixo com Cenário Mínimo (Caso A)

Neste caso foi utilizado somente o cenário de baixo crescimento de demanda para basear a decisão da distribuidora. Esta situação é possível de se emular no modelo computacional através da matriz de transição de probabilidades, fazendo com que somente o cenário de baixo crescimento tenha probabilidade de ocorrer. Assim, esta matriz teria a seguinte forma para o Caso A:

Tabela 6-22 – Matriz de Transição de Probabilidades (Caso A):

$\downarrow t \setminus t+1 \rightarrow$	Alto	Médio	Baixo
Alto	0%	0%	0%
Médio	0%	0%	0%
Baixo	0%	0%	100%

Desta forma, o programa irá otimizar as contratações da distribuidora dando peso zero para os custos ocorridos nos nós que não estejam no cenário baixo. Seria



como se a distribuidora “soubesse” exatamente qual a demanda que irá ocorrer ao longo do tempo.

### 6.3.2 Plano Fixo com Cenário de Referência (Caso B)

Neste caso foi utilizado somente o cenário de crescimento de demanda de referência para basear a decisão da distribuidora. Esta situação é representada no modelo computacional através da seguinte matriz de transição de probabilidades:

Tabela 6-23 – Matriz de Transição de Probabilidades (Caso B):

$\downarrow t \setminus t+1 \rightarrow$	Alto	Médio	Baixo
Alto	0%	0%	0%
Médio	0%	100%	0%
Baixo	0%	0%	0%

Neste caso, o programa irá otimizar as contratações da distribuidora dando peso zero para os custos ocorridos nos nós que não estejam no cenário de referência.

### 6.3.3 Plano Fixo com Cenário Máximo (Caso C)

Neste caso foi utilizado somente o cenário de crescimento alto de demanda para basear a decisão da distribuidora. Esta situação é emulada no modelo computacional com a seguinte matriz de transição de probabilidades:

Tabela 6-24 – Matriz de Transição de Probabilidades (Caso C):

$\downarrow t \setminus t+1 \rightarrow$	Alto	Médio	Baixo
Alto	100%	0%	0%
Médio	0%	0%	0%
Baixo	0%	0%	0%

Novamente, o programa irá otimizar as contratações da distribuidora dando peso zero para os custos ocorridos nos nós que não estejam no cenário alto.

### 6.3.4 Estratégia Dinâmica com Três Cenários (Caso D)

Já para este caso, serão considerados todos os três cenários de evolução da demanda traçados. Com as taxas de crescimento obtidas pelos cenários de demanda, é construída a árvore de demanda com abertura de três ramificações para cada ano, como detalhado no capítulo 4. Desta forma, será feita uma *decisão sob incerteza*.

Para a primeira transição deste caso, que parte de um valor único de demanda na raiz para três evoluções possíveis no ano seguinte, foi feita a seguinte partilha das probabilidades: 30% de probabilidade de evoluir para o cenário alto, 40% de probabilidade de evoluir para o cenário de referência e 30% de probabilidade de evoluir para o cenário baixo. Para os demais anos, foi uniformizado que, dado a ocorrência de um cenário (alto, médio ou baixo) no instante  $t$ , a probabilidade no instante  $t + 1$  de o mesmo cenário se realizar é de 40%. Já uma mudança na tendência teria 30% de chance de ocorrer para cada cenário diferente do ano anterior. Assim, a matriz de transição tem a seguinte forma:

Tabela 6-25 – Matriz de Transição de Probabilidades:

$\downarrow t \setminus t+1 \rightarrow$	Alto	Médio	Baixo
Alto	40%	30%	30%
Médio	30%	40%	30%
Baixo	30%	30%	40%

Com isto, ao longo destas transições, todos os nós da árvore formada têm alguma probabilidade de ocorrência. Isto significa que todos eles serão considerados para função objetivo no problema de minimização dos custos.