

3 DECISÃO SOB INCERTEZA

3.1 Introdução

Como foi visto no capítulo anterior, as distribuidoras anualmente deverão declarar a quantidade a ser contratada nos leilões de energia visando o atendimento de 100% de sua carga. Esta decisão necessita ser tomada com certa antecedência em relação à sua realização. Com isso, a decisão de contratação é feita baseada em uma previsão futura da demanda a qual se deseja atender. Entretanto, a distribuidora desconhece hoje qual demanda de fato ocorrerá quando a energia contratada no leilão for entregue, isto é, a decisão de contratação é tomada sob incerteza.

Tradicionalmente, os comitês para estudos de mercado das empresas ou dos órgãos Governamentais do setor constroem três cenários de projeção de demanda (do país ou das empresas) [2]. Geralmente o processo para elaboração destes cenários consiste em correlacionar o consumo de energia elétrica com variáveis macroeconômicas, financeiras e demográficas que revelem boa “explicação” do consumo¹. Em geral, os três cenários são obtidos a partir de três trajetórias possíveis para o crescimento da economia (PIB), em nível nacional, regional e estadual. Uma vez obtidos estes três cenários, uma alternativa seria determinar a contratação das distribuidoras de forma determinística através destes. Por exemplo, pelo modo clássico, a contratação da demanda seria feita a favor da segurança, visando o suprimento do cenário de máxima demanda ao menor custo. Ou ainda, fazendo uma contratação tendo como referência o cenário de maior probabilidade.

¹ O processo consiste na obtenção da demanda de energia elétrica a partir das variações do crescimento econômico (PIB), através da elasticidade-renda deste consumo [2]. A elasticidade renda do consumo elétrico é o parâmetro balizador da propensão do aumento do consumo de energia elétrica, em função de acréscimos líquidos de renda. Uma apresentação detalhada da metodologia é apresentada no Anexo B.

Estes tipos de estratégia podem ser classificados como “planos fixos” de contratação, onde as decisões são tomadas levando em conta somente um cenário de demanda. Caso os valores de realização da demanda sejam iguais aos do cenário previsto, teremos de fato atingido o custo mínimo para o problema. Entretanto, o que ocorreria se a realização da demanda fosse diferente do cenário traçado para contratação? Este é o tópico do tema a seguir.

3.2 Exemplo

Imagine que uma distribuidora BRASIL (representando o conjunto de todas as distribuidoras do Brasil) deva contratar energia de forma a atender o crescimento da demanda do país cinco anos à frente. A figura 3.1 apresenta as projeções de mercado de energia elaboradas pelo CTEM/CCPE/MME e ONS (de 2003 a 2008), baseadas em um cenário macroeconômico de referência e um cenário alto.

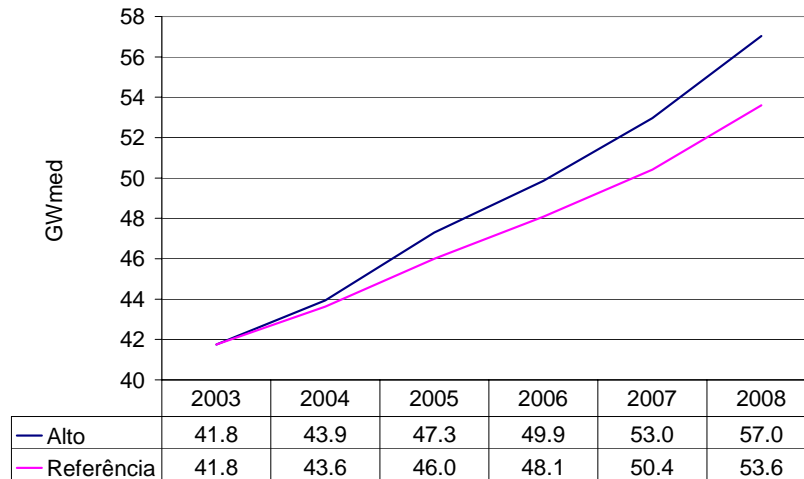


Figura 3-1 – Previsões de mercado do Brasil com horizonte de cinco anos

3.2.1 Planos Fixos de Contratação

Suponha que para atender a demanda futura existam dois planos de contratação:

DECISÃO SOB INCERTEZA

- P1 - contratar a diferença de demanda entre 2003 e 2008 correspondente ao crescimento alto ($\Delta_{\max} \rightarrow 57.0 - 41.8 = 15.2$ GW médios) ao menor custo;
- P2 - contratar a diferença de demanda entre 2003 e 2008 correspondente ao crescimento médio de referência ($\Delta_{\text{ref}} \rightarrow 53.6 - 41.8 = 11.8$ GW médios) ao menor custo;

onde as opções de contratação são:

- A-3, contratos lastreados por usinas termoeletricas, com antecedência de três anos entre contratação e efetiva entrega da energia, e com custo de 120 R\$/MWh;
- A-5, contratos lastreados por usinas hidroelétricas, com antecedência de cinco anos entre contratação e efetiva entrega da energia, e com custo de 100 R\$/MWh.

Supondo que a distribuidora possa repassar à tarifa os custos de aquisição ao valor da energia mais barata, a contratação por A-3 traria um custo líquido de 20 R\$/MWh e A-5 teria repasse integral, resultando em custo líquido nulo.

Já as penalidades e/ou custos de sub e sobre-contratação são iguais a:

- Sub-contratação: A distribuidora é penalizada com uma multa para demanda descontratada, no valor de 200 R\$/MWh;
- Sobre-contratação – A distribuidora não poderá repassar para tarifa os custos de aquisição da energia contratada acima da demanda.

Como era de se esperar, o plano P1 contrata em 2003 toda a diferença Δ_{\max} para 2008 do cenário alto pelo leilão A-5, já que esta é a fonte mais barata. Da mesma forma, o plano P2 contrata em 2003 toda a diferença Δ_{ref} para 2008 do cenário de referência pelo leilão A-5. Como consequência, os planos P1 e P2 resultariam em custo nulo para a realização dos cenários alto e de referência, respectivamente. Isto ocorre porque estes planos foram ajustados exatamente para cada um desses cenários.

DECISÃO SOB INCERTEZA

Por outro lado, caso aconteça o cenário de referência, o plano P1 levará a uma sobre-contratação, representando um alto custo para distribuidora devido à limitação de repasse. Já no caso da ocorrência de um cenário alto, o plano P2 apresentará um custo ainda maior, devido à aplicação de multa por sub-contratação. Supondo que o cenário de referência tenha 75% probabilidade de ocorrência, contra 25% do cenário alto, o valor esperado do custo para distribuidora pelo plano P1 é de R\$ 2,25 bilhões, enquanto para P2 é de R\$ 1,50 bilhões.

Suponha agora um novo plano (P3), onde a distribuidora deve se contratar, ao menor custo, para uma demanda correspondente à média dos dois cenários ($\Delta_{med} \rightarrow 55.3 - 41.8 = 13.5$ GW médios). Também para este plano P3, a distribuidora irá contratar em 2003 todo montante de Δ_{med} pelo leilão A.5 para entrega em 2008. Caso ocorra o cenário alto, este plano apresenta um custo menor que o plano P2, e caso ocorra o cenário de referência, um custo menor que o plano P1. Porém, o valor esperado do custo para distribuidora seguindo o plano P3 é de R\$ 1,87 bilhões, um valor ainda maior que o do plano P2.

A figura 3.2 apresenta os custos associados aos diferentes planos de contratação para cada possível realização: cenário alto e cenário de referência.

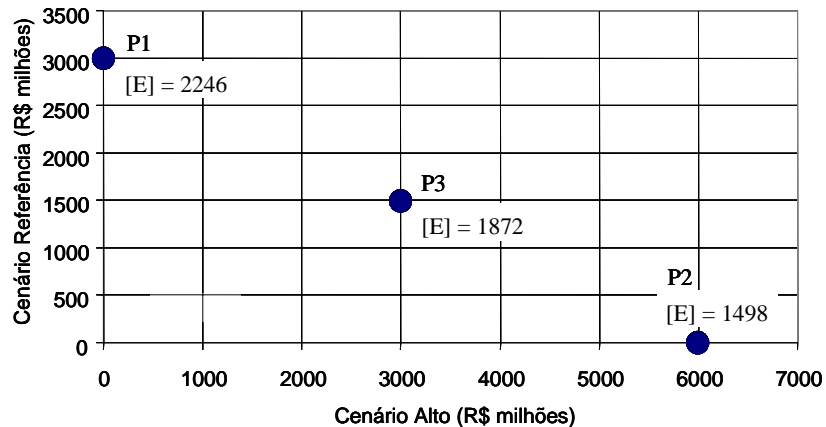


Figura 3-2 – Custos dos planos fixos para cada cenário e valor esperado (MMR\$)

3.2.2 Estratégia Dinâmica de Contratação

Ainda sobre o problema da distribuidora BRASIL, imagine finalmente que, ao invés de seguir um plano fixo, se adote uma *estratégia dinâmica de contratação* [42, 43], onde as decisões são *condicionadas* aos eventos futuros. Devido à natureza estocástica do problema e o conjunto de opções de contratação, este tipo de estratégia pode ser facilmente aplicada.

Pela figura 3.3, observa-se que em 2003 não há nenhum indício se a demanda a contratar irá evoluir pelo cenário alto ou pelo cenário de referência. O ano seguinte (2004) apresenta uma pequena diferença entre os dois cenários, mas ainda insuficiente para concluir algo sobre a evolução da demanda. Já passados dois anos (2005), pode-se supor que a tendência entre o cenário alto e o cenário de referência estará definida. Ou seja, neste momento, caso ocorra uma demanda próxima ao cenário alto, a distribuidora terá uma certeza maior de que nos anos futuros as realizações das demandas seguirão pelo cenário alto, e vice-versa.

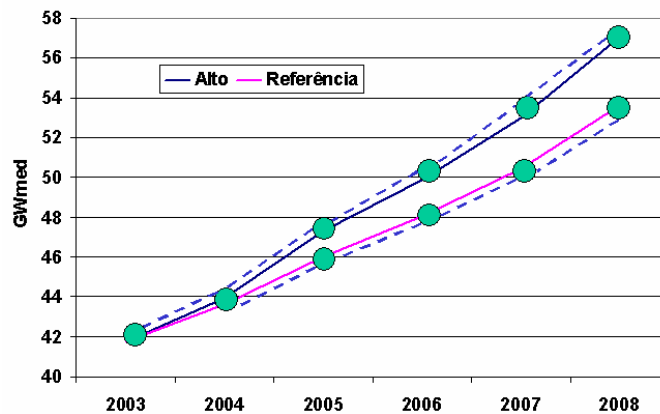


Figura 3-3 – Cenários de demanda

Desta forma, será formulada uma estratégia (E1) da seguinte maneira:

- Em 2003, dado que neste ponto a demanda pode evoluir tanto para o cenário alto quanto para o de referência, tomar uma decisão única: contratar Δ de demanda relativo ao cenário de referência (11.9 GW

médios) por A₅. Dois anos depois (2005), quando já houver indício sobre qual cenário a demanda seguirá, tomar uma decisão condicionada:

- Caso a demanda esteja seguindo o cenário alto, contratar o que falta para completar o Δ de demanda deste cenário (3.4 GW médios) por A₃.
- Caso a demanda esteja seguindo o cenário de referência, não contratar nada.

Em outras palavras, as decisões tomadas são de caráter *dinâmico*, ajustadas a cada etapa em função da ocorrência dos eventos futuros. A figura 3.4 abaixo ilustra este processo:

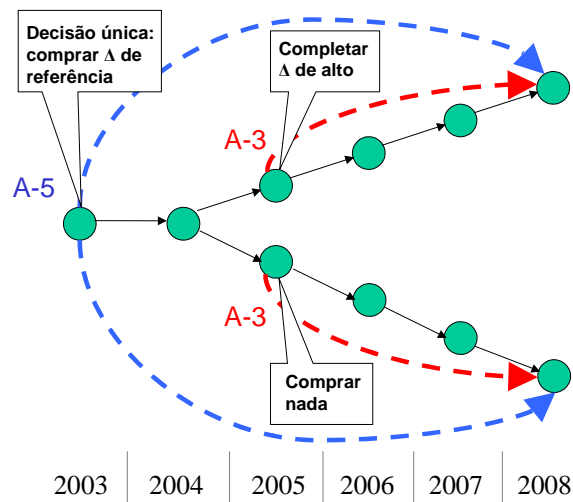


Figura 3-4 – Árvore de decisão associada

Com esta estratégia, a ocorrência do cenário alto acarretaria em um custo de R\$ 600 milhões relativos à compra de 3.4 MW médios por A-3 em 2005, já o cenário baixo teria custo nulo. O valor esperado do custo da estratégia de contratação (E1) é de R\$ 150 milhões, bastante inferior aos planos fixos de contratação.

A figura 3.5 abaixo apresenta o resumo dos custos associados aos cenários alto e de referência de cada plano ou estratégia de contratação estudada.

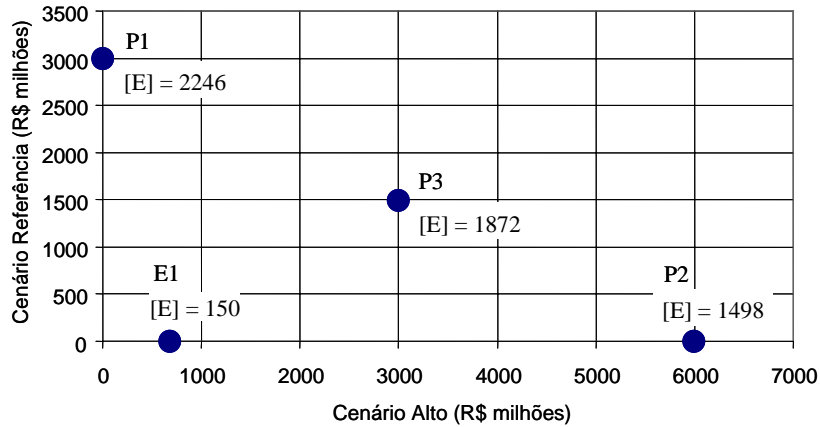


Figura 3-5 – Custos dos planos fixos e da estratégia para cada cenário e valor esperado (MMR\$)

3.3 Conclusão

A escolha empírica de uma seqüência determinística de demandas futuras como plano de contratação não leva a resultados corretos, no sentido que não permite uma correta alocação dos recursos de mitigação dos riscos permitidos pela regulamentação frente às distintas e plausíveis demandas futuras. O problema de formulação da estratégia de contratação da demanda tem a característica de ser temporalmente acoplado, significando que as decisões de compra tomadas hoje afetam as decisões de compra no futuro.

Devido à aleatoriedade das realizações futuras das demandas, recai-se num processo de decisões seqüenciais sob incertezas [5, 8, 14, 15, 18, 19]. Conseqüentemente, este problema tem natureza inerentemente estocástica, requerendo uma abordagem não determinística para sua solução. O processo de tomada de decisão deve, portanto, cotejar as possíveis evoluções das demandas futuras (que são desconhecidas) para determinar a estratégia de contratação ótima sob uma óptica probabilística. Este é o tópico do próximo capítulo.