
GÁS NATURAL vs ENERGIA ELÉTRICA

Concorrência ou Complementariedade?

Mario Veiga Pereira
mario@psr-inc.com

LACGEC
Rio de Janeiro 26-28 abril 2004



Objetivos

- Contribuir para a análise da inserção térmica em sistemas com forte participação hídrica
- Enfoque básico: minimização do custo global para o consumidor
- Tópicos principais:
 - atributos diferenciados da geração térmica (confiabilidade e tempo de construção)
 - isonomia dos encargos (custos de transmissão e perdas)

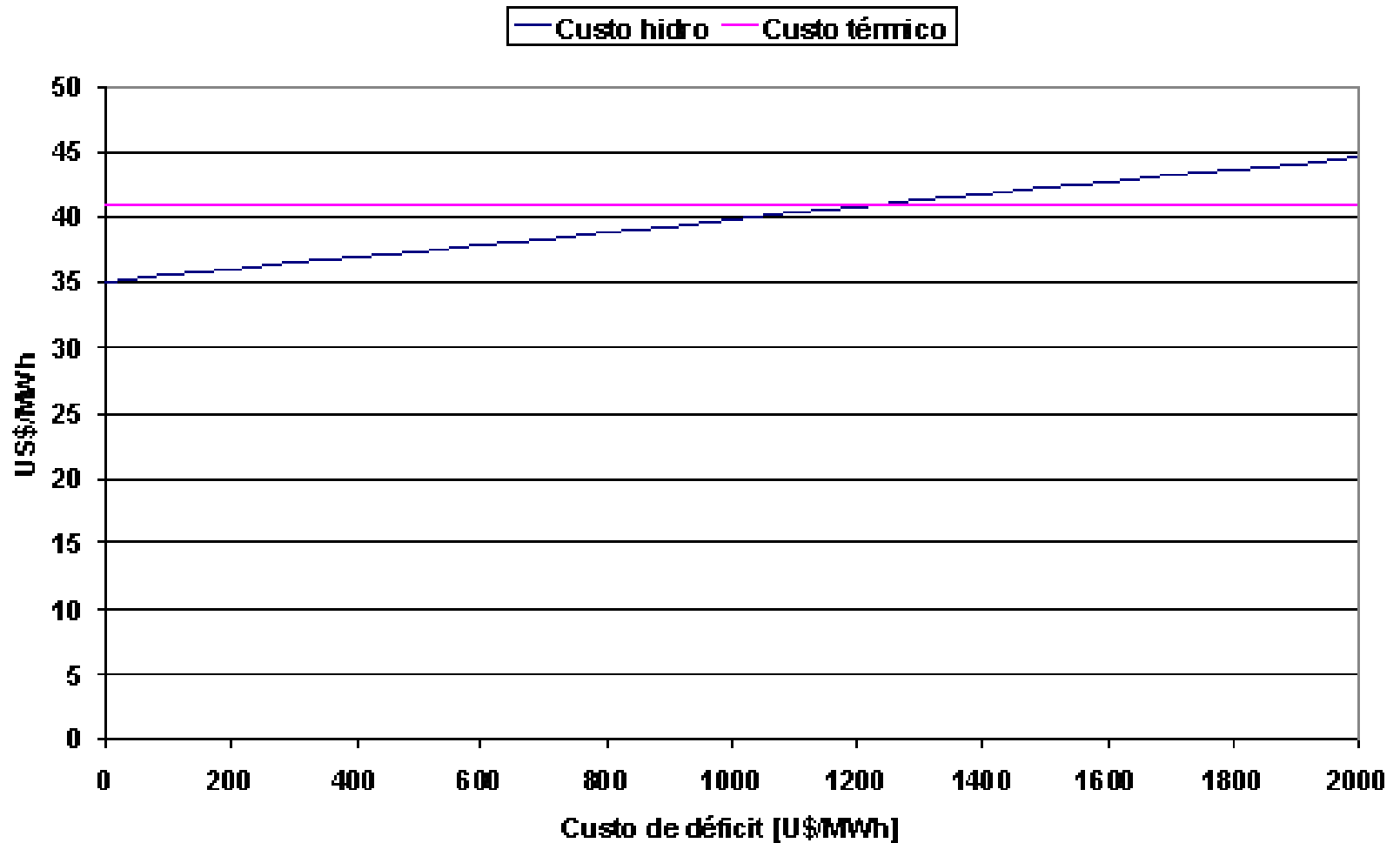
Expansão de mínimo custo - carga conhecida

- Análise “simplista” da expansão: atendimento de uma demanda de 1000 MW médios com usinas térmicas
 - capacidade térmica: $1000/0.92$ (disponibilidade)
 - despacho na base
 - custo típico: 41 US\$/MWh
- se a mesma demanda fosse atendida por uma hidrelétrica:
 - capacidade hidrelétrica: 1000 MW de energia assegurada
 - custo típico: 35 US\$/MWh
- podemos concluir que a hidrelétrica é a opção de menor custo?

Confiabilidade de atendimento

- a resposta não é tão simples, porque a confiabilidade de atendimento é diferente: 100% no caso da térmica e 95% no caso da hidrelétrica
- para saber o custo total para o consumidor, é necessário somar o custo de interrupção ao custo da hidrelétrica

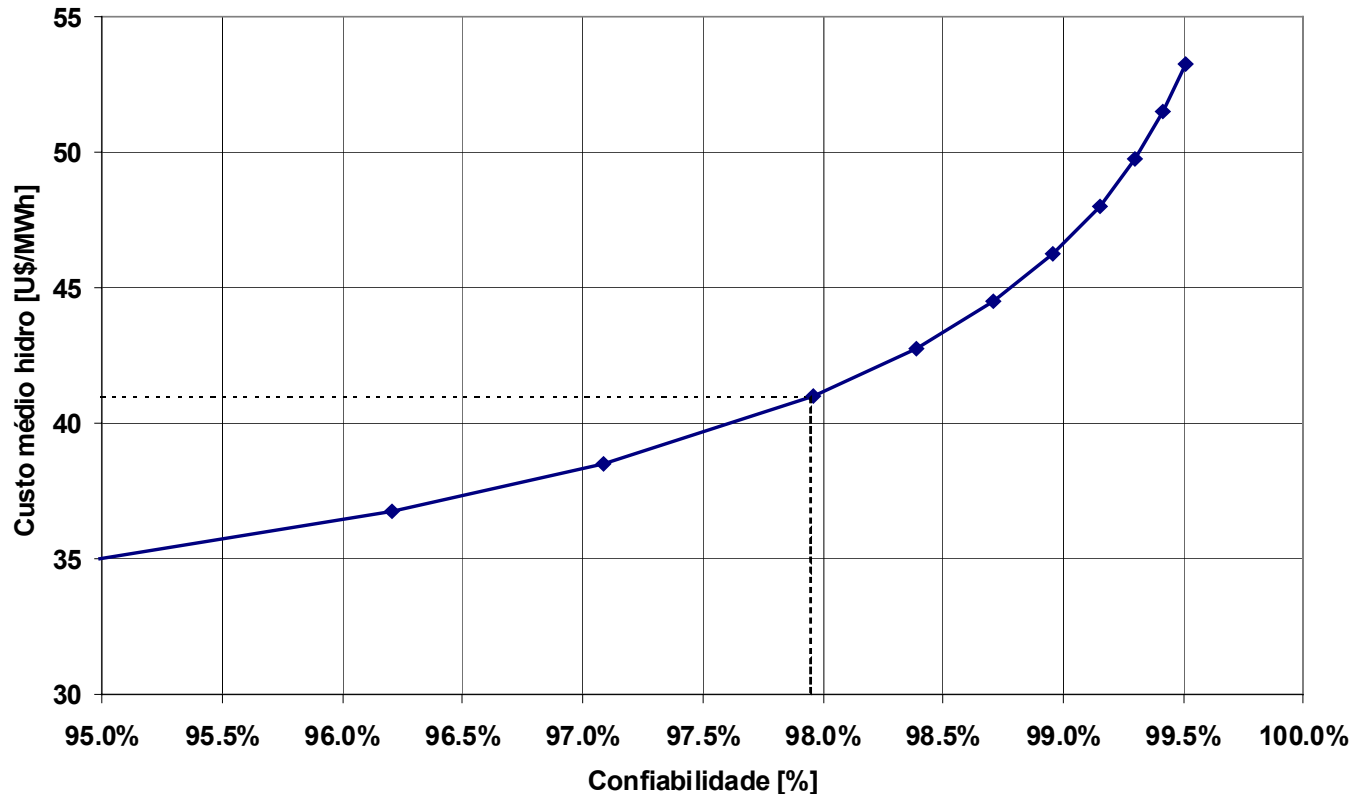
Custo total de suprimento



Custo total de suprimento

- Dependendo do custo de interrupção, o custo total de suprimento da hidrelétrica no exemplo anterior pode exceder o custo da térmica
- Como ilustração, o custo de interrupção atualmente adotado varia de 260 a 1.300 US\$/MWh, dependendo da profundidade do racionamento
- Um estudo recente realizado pela consultora Tendências, baseado no impacto do racionamento de 2001-2002 no PIB, indica um custo de 920 US\$/MWh
- O novo modelo setorial propõe que o CNPE reavalie os critérios de confiabilidade de suprimento - iniciativa importante para a eficiência do setor

Energia assegurada x confiabilidade

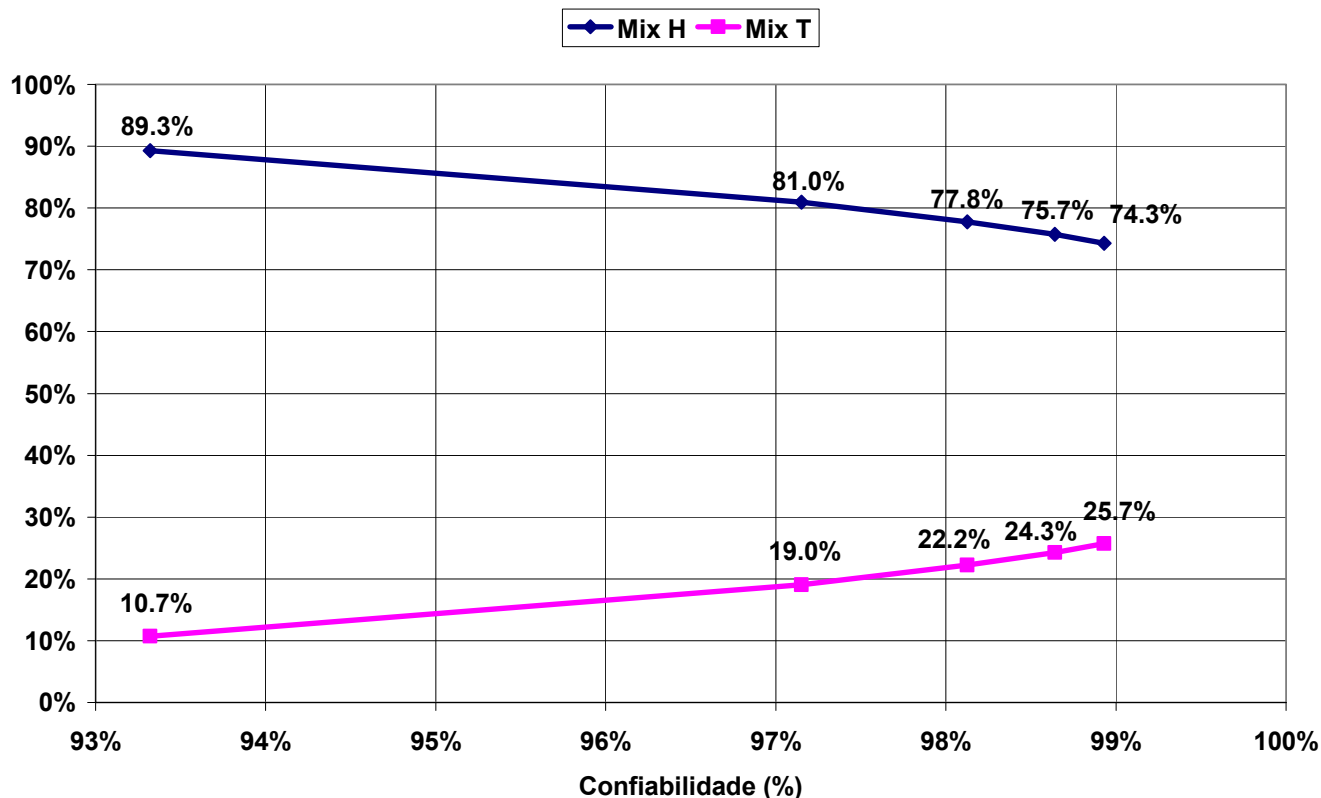


- Conclusão: hidrelétricas e termelétricas têm atributos de confiabilidade diferentes; o custo da geração hidrelétrica é muito sensível a este atributo.

Expansão de mínimo custo global

- Dado um nível de confiabilidade, a expansão ótima deveria ser 100% da tecnologia mais barata?
 - Para o exemplo da Figura anterior, confiabilidade $< 98\% \Rightarrow$ hidrelétrica; $> 98\% \Rightarrow$ térmica
- Para verificar isto, foi desenvolvido um modelo de otimização estocástica
 - candidatos: usinas hidrelétricas e térmicas
 - objetivo: minimizar o custo total de investimento + valor esperado do custo de operação, sujeito a restrição de confiabilidade

Expansão de mínimo custo global



- para qualquer nível de confiabilidade, há uma proporção de hidro e térmica
- a proporção térmica aumenta com a confiabilidade

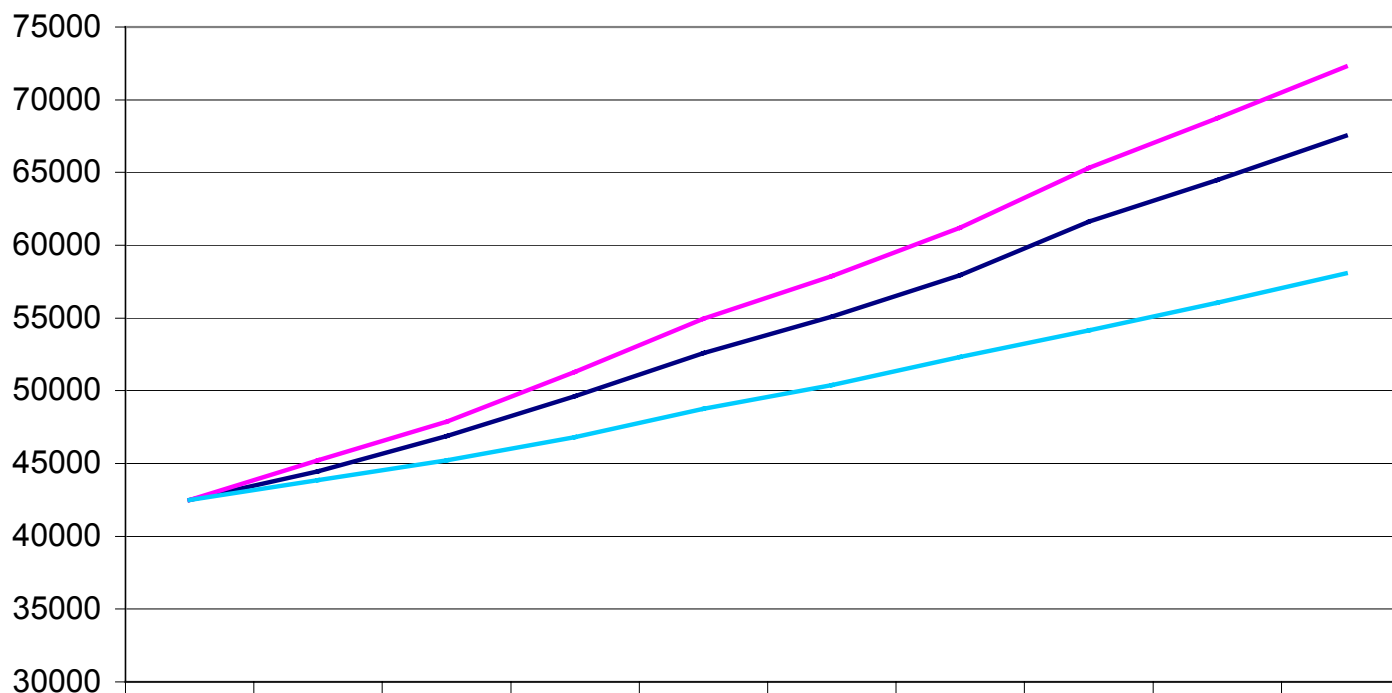
Sinergia hidrotérmica

- A usina térmica contribui com a confiabilidade ($x\%$ de confiabilidade global = 100% da térmica + $y\%$ da hidrelétrica), o que reduz o custo de investimento hidro
 - por exemplo, 98% de confiabilidade global = combinação de 100% da térmica + $y\%$ da hidrelétrica (menor que 98%)
- A usina hidrelétrica contribui com a geração média (reduzindo custos térmicos)

Expansão sob incerteza

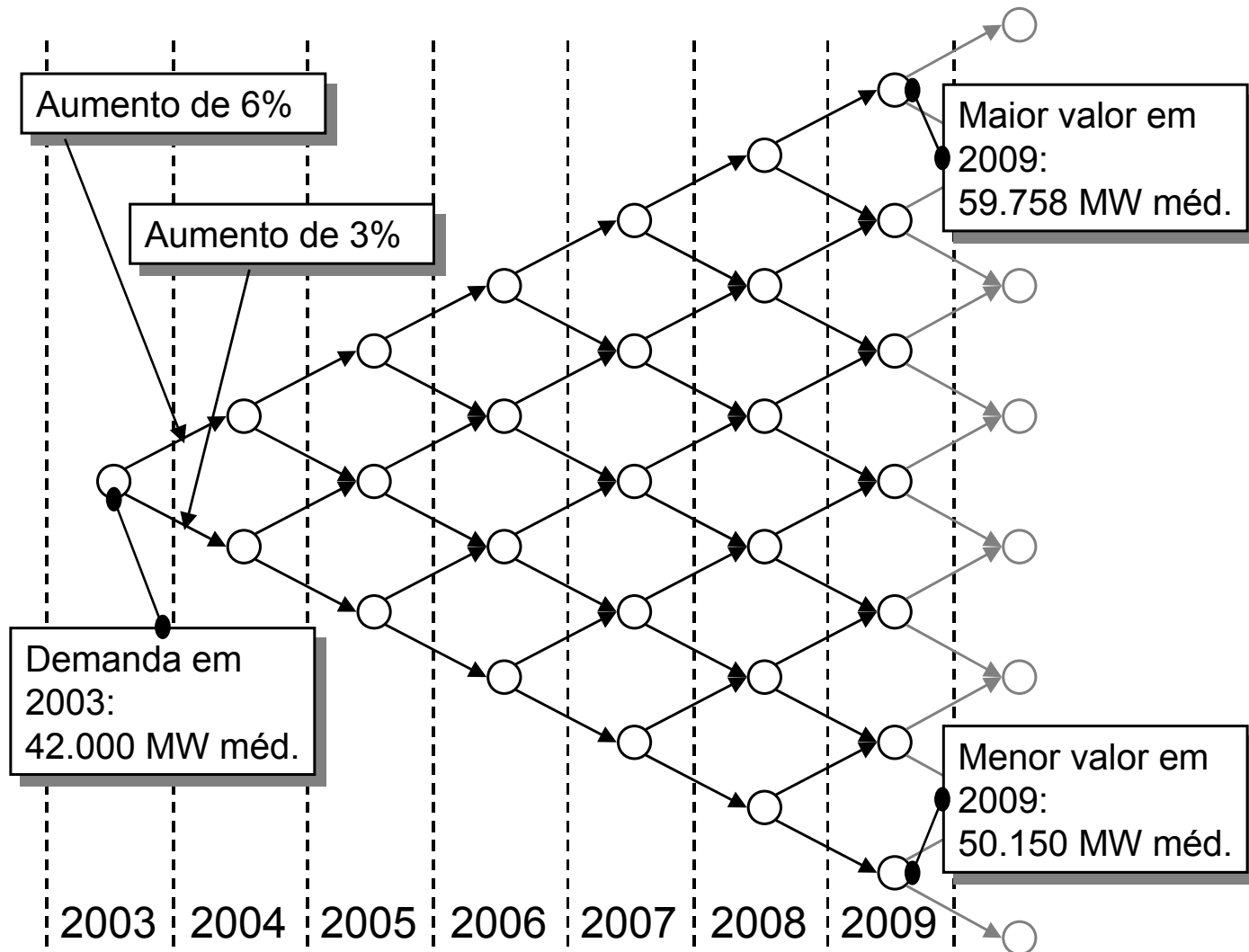
- Muitos modelos de planejamento da expansão supõe que a demanda futura é conhecida
- Isto favorece a construção de usinas com economia de escala, tipicamente hidroelétricas
- Entretanto, estas usinas são pouco flexíveis em termos de investimento, e não se adaptam facilmente a mudanças na demanda futura
- É possível que usinas mais caras, mas com menores prazos de construção, sejam mais atraentes para a expansão quando se considera explicitamente a incerteza na demanda

Exemplo: previsão do CCPE 2003-2009



	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
— Cenário Referencia	42508	44465	46906	49626	52611	55096	57942	61625	64493	67504
— Cenário Alto	42508	45239	47895	51295	54959	57889	61197	65334	68752	72262
— Cenário Baixo	42508	43850	45228	46828	48748	50386	52314	54169	56050	58052

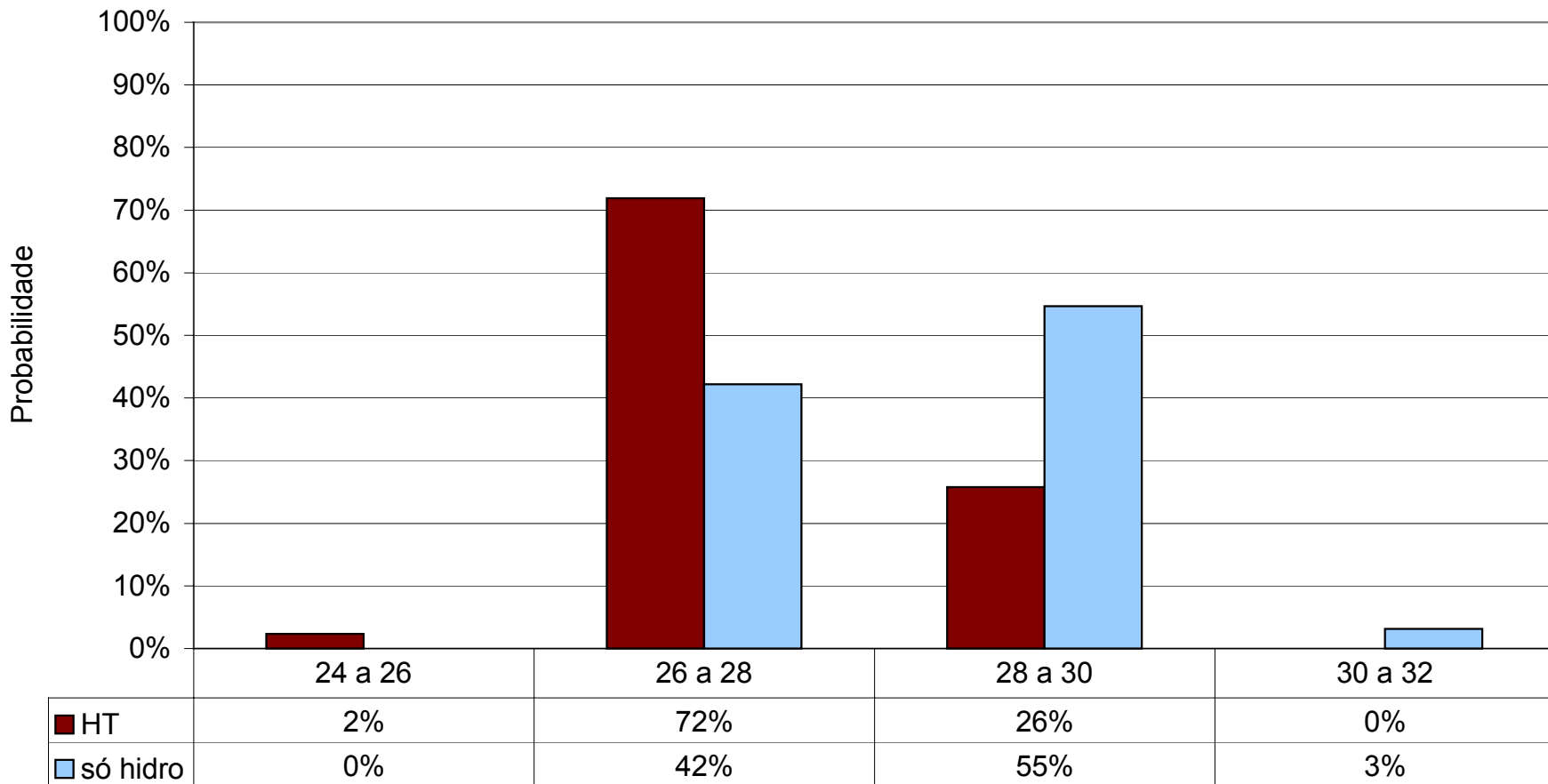
Ajuste de um modelo estocástico



Modelo de expansão

- candidatos:
 - hidrelétrica:
 - 35 US\$/MWh
 - tempo de construção = 5 anos
 - térmica
 - 41 US\$/MWh
 - tempo de construção = 3 anos
- objetivo: minimizar tarifa esperada
- foram realizados dois estudos: somente hidrelétrica como candidato; hidro e térmica como candidatos

Distribuição tarifas: 2010 (US\$/MWh)



Principais conclusões (1 de 2)

- a expansão de mínimo custo global, para um determinado padrão de confiabilidade, é um “mix” de geração hidrelétrica e térmica
- razão: sinergia entre os dois tipos de geração
 - a térmica contribui com o atributo “confiabilidade” nos períodos secos
 - a hidrelétrica contribui com o atributo “geração média” nas demais situações hidrológicas

Principais conclusões (2 de 2)

- a contribuição relativa da térmica na expansão de mínimo custo global aumenta quando se considera a incerteza na evolução da demanda
- razão: o menor tempo de construção permite um ajuste mais próximo ao mercado, evitando sobre-investimentos

Fatores que afetam o custo térmico

1. complementaridade HT
2. tarifas de transmissão
3. fatores de perda
4. preço do gás natural
5. custos de investimento
6. requisitos de ToP
7. “seguro” contra falhas de geração

1. Complementaridade HT

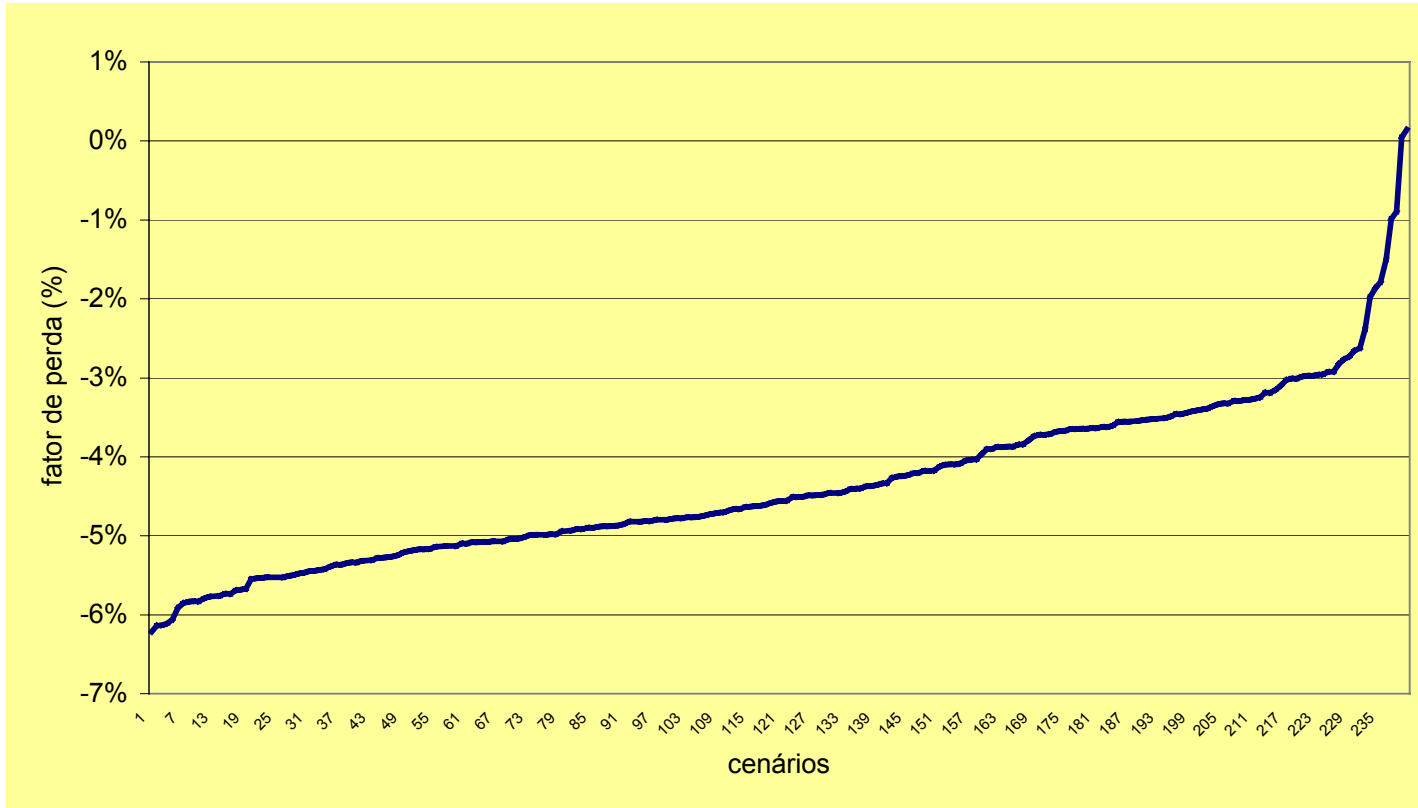
- foi visto que a geração hidrelétrica em períodos hidrológicos favoráveis pode reduzir o custo esperado da geração térmica (“complementaridade HT”)
- entretanto, o produtor térmico tem dificuldades para transferir este benefício no preço do contrato para o consumidor, porque se houver seca prolongada e/ou expansão insuficiente do sistema, ele terá de gerar pelo máximo \Rightarrow afetaria o project finance
- o novo modelo setorial propõe a contratação por “disponibilidade de energia”, onde o benefício (e risco) da complementaridade são assumidos pelos consumidores
- estima-se uma redução de 1 US\$/MWh no preço da energia térmica

2. Tarifas de transmissão realistas

- TUOS atual: 10 US\$/kW.ano \Rightarrow 1,25 US\$/MWh
- Esta TUOS não leva em conta o menor uso da rede por parte das térmicas
 - redução para 2 US\$/kW.ano \Rightarrow 0,25 US\$/MWh
 - redução de 1 US\$/MWh

3. Fatores de perda realistas

- propostas para regulamentação impedem fator de perda negativo; pouca justificativa técnica
- ganho potencial: 0,5 US\$/MWh *



* Para fator de perda médio de - 0,5%.

4. Redução do preço do gás natural

- se o preço do gás for reduzido de 0,15 US\$/MMBTU, o custo de uma térmica a ciclo combinado será reduzido em aproximadamente 1 US\$/MWh

5. Redução dos custos de investimento

- estima-se uma maior oferta de turbinas para termelétricas a gás natural, ciclo combinado.
- esta maior abundância poderia fazer com que os custos de investimento para estes projetos caíssem para 550 US\$/kW
- o custo de uma térmica a ciclo combinado será reduzido em aproximadamente 1 US\$/MWh

6. Redução do ToP

- uma redução do nível de ToP de 70% para 50% resultaria em uma redução de 1,5 US\$/MWh no preço do contrato
- forte sinergia com incorporação do benefício da complementaridade
 - Benefício só existe para parcela flexível da geração térmica
- questão a ser tratada: aumenta a volatilidade no consumo do gás

7. Proteção contra falhas

- as hidrelétricas têm um “seguro cruzado” em caso de falha, que é o Mecanismo de Realocação de Energia (MRE)
- as termelétricas não têm esta proteção, e em caso de saídas forçadas prolongadas quando o preço “spot” está alto, podem ter perdas substanciais
- “seguro” por falhas prolongadas encarece custo térmico
- dependendo da multa por indisponibilidade a ser aplicada, novo forma de contratação diminui custos para térmicas participantes do “pool”

De grão em grão...

- 1,0 : contrato por capacidade
- 1,0 : tarifa de transmissão
- 0,5 : fatores de perda
- 1,0 : redução do preço do gás
- 1,0 : redução do custo de investimento
- 1,5 : redução do ToP
- ? : proteção contra falhas

Total: 6,0 US\$/MWh \Rightarrow igual à diferença atual entre o custo térmico e o hidrelétrico

Conclusões

- o ajuste de alguns encargos, em conjunto com reduções viáveis no preço da “commodity”, ToP e custo de investimento iguala os preços das hidrelétricas e térmicas
- possibilidade de inserção harmoniosa da geração térmica \Rightarrow círculo “virtuoso” no desenvolvimento do gás natural
- para que isto ocorra, é necessário compatibilizar o marco regulatório do gás com o da eletricidade e cuidar do tema de transporte (ocorrência de restrições no Nordeste em 2003)