



COORDENAÇÃO DA GERAÇÃO EM MERCADO COMPETITIVO

GRUPO 9 – GOP 29

Richard Hochstetler
Rodrigo Moita
Daniel Monte*



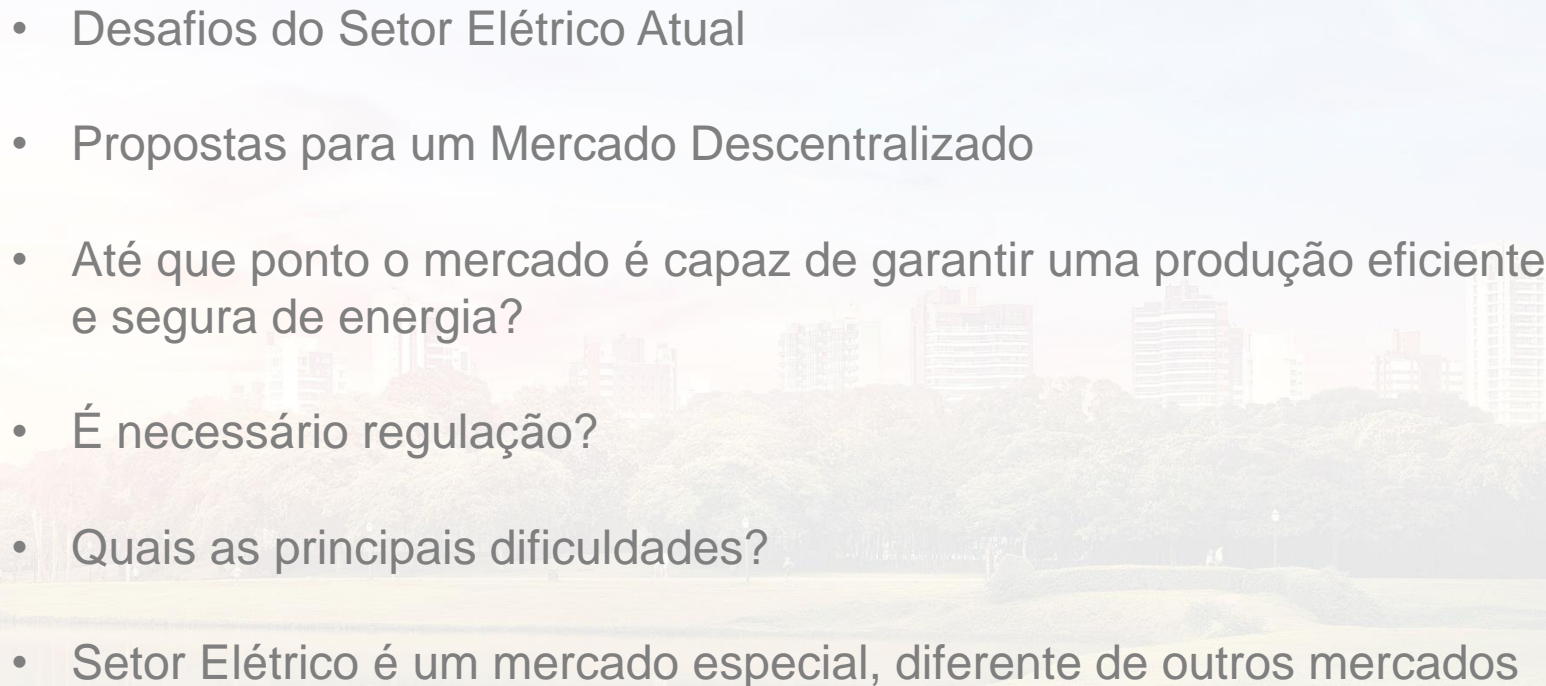
XXIV SNTPEE
Seminário Nacional de Produção e
Transmissão de Energia Elétrica

PD | ANEEL

Arquitetura de mercado
para a comercialização de energia elétrica no Brasil:
análise, simulação e propostas



MOTIVAÇÃO

- 
- Desafios do Setor Elétrico Atual
 - Propostas para um Mercado Descentralizado
 - Até que ponto o mercado é capaz de garantir uma produção eficiente e segura de energia?
 - É necessário regulação?
 - Quais as principais dificuldades?
 - Setor Elétrico é um mercado especial, diferente de outros mercados

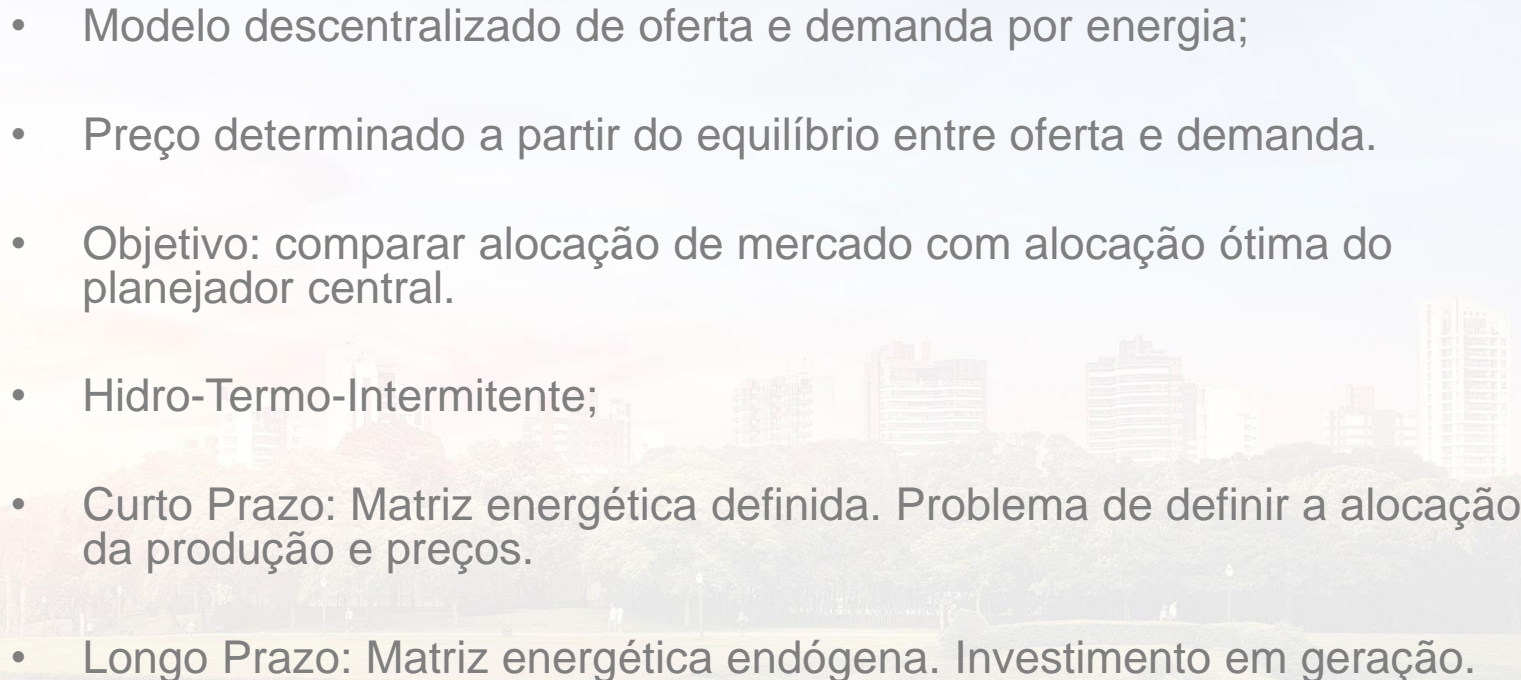
PROBLEMA COMPLEXO

- Consumidores não reagem a preços instantaneamente;
- Eletricidade é (economicamente) não-estocável e não-comerciável (*non-tradeable*) fora da rede;
- Demanda = Oferta continuamente;
- Externalidades de rede afetando segurança do sistema;
- Insumos 'não-transacionáveis' (*non-marketable*) e produção depende de fatores exógenos (chuva *etc*);
- Diferentes Tecnologias (hidro, térmica e intermitente);
- Demanda e Oferta variam bastante.

NOSSA ESTRATÉGIA

- Isolar os problemas que consideramos os mais importantes;
- Ao isolar esses problemas, conseguimos entender exatamente:
 - i. Se há ou não falha de mercado;
 - ii. O que causa a falha;
 - iii. Como resolver os eventuais problemas, e qual a regulação necessária;
- Modelo Macro do Setor Elétrico.
 - Entender o equilíbrio de mercado com três tecnologias e o impacto de algumas medidas regulatórias;
- Modelos Micro do Setor Elétrico.
 - Usinas em Cascata;
 - Poder de Mercado;

HOJE: MODELO MACRO

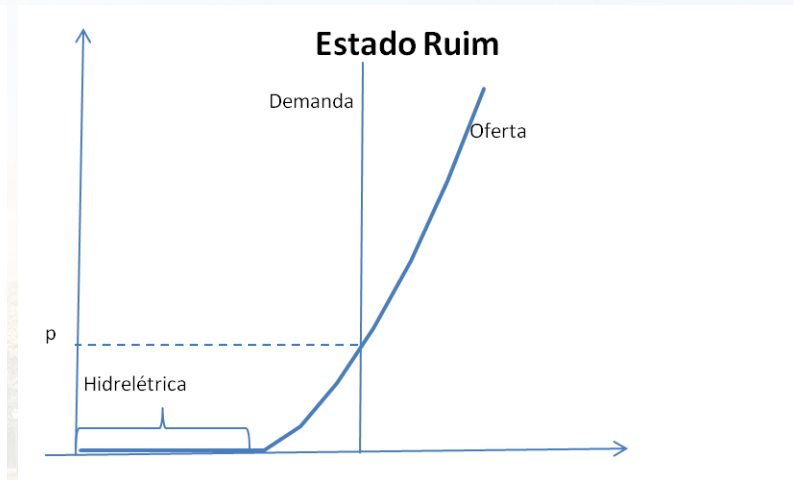
- 
- Modelo descentralizado de oferta e demanda por energia;
 - Preço determinado a partir do equilíbrio entre oferta e demanda.
 - Objetivo: comparar alocação de mercado com alocação ótima do planejador central.
 - Hidro-Termo-Intermitente;
 - Curto Prazo: Matriz energética definida. Problema de definir a alocação da produção e preços.
 - Longo Prazo: Matriz energética endógena. Investimento em geração.

SISTEMA HIDRO-TÉRMICO

- Geradores decidem se vendem ou não ao preço corrente.
- Demanda determinística e inelástica, Oferta Estocástica
- Mercado com um número grande (*continuum*) de hidrelétricas;
- Custo unitário de produção igual a zero;
- Cada hidrelétrica pode produzir uma unidade indivisível de energia por unidade de tempo (0 ou 1);
- Termoelétricas com curva de custo de produção crescente e convexa, sem restrição de capacidade de produção.

DEMANDA E OFERTA

- Demanda Inelástica;
- Oferta Estocástica: estado bom e ruim (ENA);
 - Estado bom (G): todos os reservatórios cheios;
 - Estado ruim (B): não há entrada de água no sistema;
 - Os Estados seguem uma cadeia de Markov. ($\Pr(G)=\pi$)



EQUILÍBRIO DO JOGO DINÂMICO

- Função Valor de uma Hidrelétrica no Estado Bom:

$$V_G = \max \{ p_G + \delta(\pi V_G + (1 - \pi) V_B^0), \delta(\pi V_G + (1 - \pi) V_B^1) \}$$

- Função Valor no Estado Ruim com Reservatório Cheio:

$$V_B^1 = \max \{ p_B + \delta(\pi V_G + (1 - \pi) V_B^0), \delta(\pi V_G + (1 - \pi) V_B^1) \}$$

- Função Valor no Estado Ruim com Reservatório Vazio:

$$V_B^0 = \delta(\pi V_G + (1 - \pi) V_B^0)$$

EQUILÍBRIO DO JOGO DINÂMICO

- Modelo onde os agentes maximizam lucro, sem se preocupar com a confiabilidade do sistema.
- *Mea culpa*: modelo omite poder de mercado, usinas em cascata, consumidores nao-sensíveis a preços etc.
- Mas, mostra que o mercado é capaz de garantir que geradores hidrelétricos guardem água para situações futuras de escassez.
- Exatamente a mesma política do planejador central!

MERCADO vs PLANEJAMENTO CENTRAL

- O risco de um preço excessivamente elevado seria maior com mercado descentralizado?
- Governo e agentes interpretam risco de maneira diferente?
- Taxa de desconto? Mercado é menos paciente que o governo?
- Externalidades.

Se o preço máximo permitido for atingido nos períodos de escassez de água:

- não haverá preços futuros muito elevados;
- isso reduz o incentivo para os agentes guardarem água;
- isso reduz o preço presente;
- aumenta o risco de déficit no futuro.

- ## Elevação da proporção de hidrelétricas a fio d'água:

- **Se a proporção de hidrelétricas a fio d'água for elevada**, haverá uma alteração no equilíbrio de mercado: preço muito baixo nos períodos de chuva e preço alto nos períodos de seca.
- **Se a proporção de hidrelétricas a fio d'água for baixa**, não haverá alteração no equilíbrio: o preço da energia não muda, pois isso não altera a quantidade de energia térmica sendo gerada.

CONCLUSÃO


- *Framework* para analisar o problema do setor elétrico sob o ponto de vista econômico;
- Do ponto e vista de coordenação, o mercado pode solucionar o problema do planejador central;
- Externalidades e poder de mercado foram ignorados aqui (propositalmente): é preciso entender essas forças e em que direção elas vão.

Daniel Monte



 (11) 3704-7733

 daniel.monte@fgv.br

 www.acendebrasil.com.br