ENGIE Brasil Energia

MERCADOS DE ELETRICIDADE
COMO PROJETAR E EXTRAIR PERFORMANCE

São Paulo, 16 de janeiro de 2020

Alexandre Zucarato

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Reestruturação da indústria de energia elétrica: origem e razões
- Os 4 modelos elementares: vantagens e desvantagens
- Despacho e formação de preço: onde o mercado começa
- Funcionamento de um mercado ideal: preço teto e investimentos
- O problema da adequação do suprimento: lastro e energia para quê?

BIBLIOGRAFIA

- Microeconomia
  - Robert Pindyck & Daniel Rubinfeld
- Power System Economics – Designing Markets for Electricity
  - Steven Stoft
- Competition and Choice in Electricity
  - Sally Hunt & Graham Shuttleworth
- Formação de Preços em Mercados de Energia Elétrica
  - Edson Luiz da Silva
- Mecanismos de Capacidade em Sistemas de Energia Elétrica com Predominância de Geração Hidrelétrica
  - Alexandre Zucarato
- Artigos diversos


Quais as suas expectativas?



Reestruturação da indústria de energia elétrica

Origens e razões

O INÍCIO

- Competição ineficiente
  - Entre 1887 e 1893, existiam 24 empresas geradoras de eletricidade em Chicago, com sistemas de distribuição sobrepostos
- Estabelecimento de monopólio
  - Economia de escala e redução do custo de geração
- Integração vertical
  - A complexidade de operar o setor elétrico, particularmente a rede de transmissão e a necessidade de coordenação com a geração resultou em uma integração vertical da indústria
- Regulação
  - Competição é ineficiente e o serviço de eletricidade é um monopólio natural
    - Redução dos lucros do monopólio x Manter lucros acima do nível competitivo

POR QUE REESTRUTURAR?

- Regulação só resolve um problema de cada vez
  - Serviço pelo Custo
    - Mantém os preços próximos do custo marginal de longo prazo, mas não induz redução de custo, pois cada inovação que reduza o custo de produção terá seu benefício capturado e transferido para o consumidor
  - Preço Teto
    - Estabelece limites para repasse de custo, possibilitando que reduções do custo de produção sejam capturadas pelo produtor, entretanto o nível de preço tende a ser maior que o custo marginal
  - *Trade-off*
    - Ajustar o preço teto com alguma frequência (*regulatory lag*)

POR QUE REESTRUTURAR?

- A promessa da concorrência perfeita
  - Equilíbrio de curto prazo
    - Caracterizado pelo preço de mercado e quantidade comercializada
    - Preço igual ao Custo Marginal
  - Equilíbrio de longo prazo
    - Caracterizado quando a receita de um mercado é suficiente para recuperar todos os custos, inclusive o custo do capital
    - Lucro é igual a zero
  - Eficiência Econômica
    - Mantém preços iguais aos custos marginais ao mesmo tempo que minimiza o custo total

POR QUE REESTRUTURAR?

- Barreiras para a reestruturação
  - Presença de monopólio natural
  - Indústria depende de escala para ser eficiente
  - Impossibilidade física e institucional de separar transmissão da geração dado o nível de verticalização
- Pressões para reestruturação
  - Desenvolvimentos tecnológicos
  - Redução do custo da expansão
  - Consumidores questionam a possibilidade de construir suas próprias centrais e de escolher o supridor
  - Um novo paradigma: o produto eletricidade deveria ser comercializado separadamente do serviço de transporte

OS PRIMEIROS MOVIMENTOS (US)

- Public Utilities Regulatory Policy Act (PURPA 1978)
  - Introduziu a ideia de competição na geração
  - Estabeleceu que as *utilities* deveriam comprar eletricidade de geradores independentes a preços iguais ao custo evitado
  - Aparecimento dos Produtores Independentes de Energia (PIE)
    - Não podiam vender eletricidade para consumidores finais, apenas para a *utility* local
  - Custos evitados superestimados resultaram em excesso de investimento
    - Inclusão de mecanismos competitivos na década de 80 (PPA)
  - Crescimento dos PIEs demonstra que competição na geração era possível

OS PRIMEIROS MOVIMENTOS (CHILE)

- The Electricity Act (1982)
  - Apoiado em experiências internacionais
    - Separação da geração e distribuição, com tarifa pelo custo (UK)
    - Despacho baseado no custo marginal (França)
    - Comercialização entre geradores para atender os contratos (Bélgica)
  - Divisão e posterior privatização da Endesa
  - Introdução de competição na geração
  - Despacho centralizado pelo CDEC (*Centro de Despacho Económico de Carga*)
  - Acesso não discriminatório à rede de transmissão
  - Criação do conceito de Consumidor Cativo e Consumidor Livre (>2MW)

OS PRIMEIROS MOVIMENTOS (UK)

- The Electricity Act (1989)
  - Divisão e privatização da Central Electricity Generating Board (CEGB)
    - Geração
      - National Power (depois separada da Nuclear Electric)
      - PowerGen
    - Transmissão
      - National Grid
  - Introdução de competição na geração
  - Distribuidoras locais seriam responsáveis pelo serviço de transporte
  - Consumidores poderiam escolher o fornecedor
  - Criação do regime de licenças
  - Criação de uma agência reguladora
    - Office of Electricity Regulation (OFFER)

REESTRUTURAÇÃO E PRIVATIZAÇÃO

- Reestruturação
  - Arranjos comerciais alternativos para fornecer eletricidade
    - Desverticalização da indústria
    - Introdução de competição e escolha
- Privatização
  - Mudança na propriedade estatal para privada de ativos

DESVERTICALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

- Funcional (ou Contábil)
  - Os custos das atividades são separadas em contabilidades distintas
- Legal
  - As atividades são executadas por empresas distintas, ainda que controladas por um mesmo proprietário por meio de uma *holding*
- Estrutural
  - O controle das empresas que executam as atividades é exercido por proprietários distintos



Os 4 Modelos Elementares

Vantagens e Desvantagens

OS PRINCIPAIS SERVIÇOS DE ELETRICIDADE

Grupo 1

- Geração
- Transmissão
- Distribuição

Monopólio Natural

- Comercialização
  - Atacado
  - Varejo

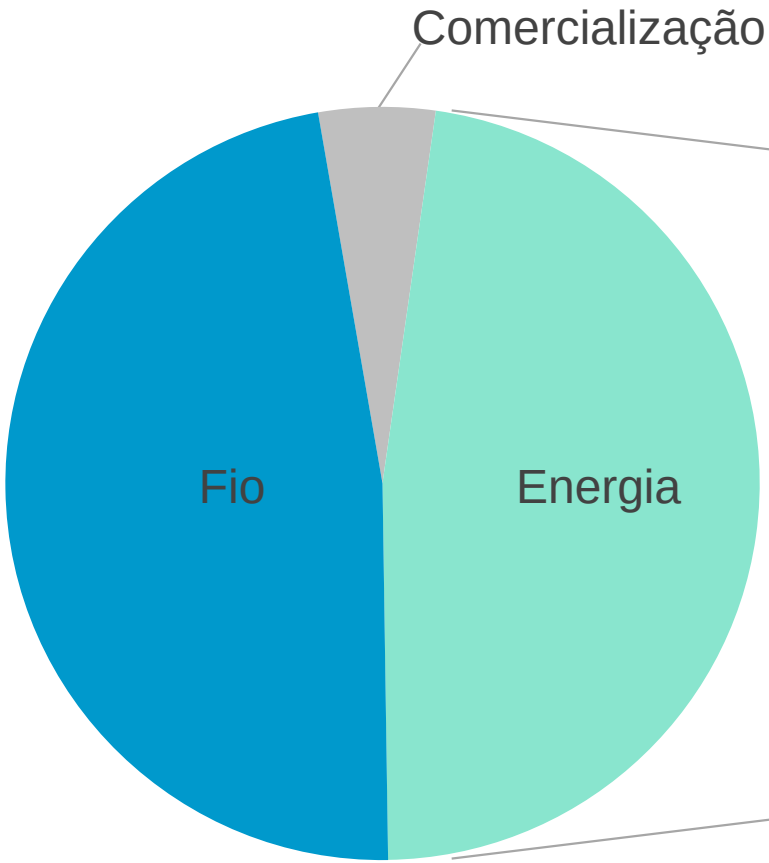
Grupo 2

- Operação do Sistema
  - Programação e Despacho
  - Gestão do Congestionamento
  - Serviços Ancilares

FORMAS DE PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS

- Monopólio regulado
  - Uma única empresa oferece o serviço mediante regulação técnica e econômica
- Competição pelo mercado
  - As empresas competem para oferecer o serviço
  - O serviço é prestado mediante regulação técnica e econômica
- Competição no mercado
  - Não há barreiras para que empresas prestem o serviço
  - O serviço é prestado mediante regulação técnica, mas constitui-se atividade econômica por conta e risco

ESTRUTURA DE CUSTO A SER OTIMIZADA



- Investimento
- Operação & Manutenção
- Custo de Capital

GRAU DE COMPETIÇÃO E ESCOLHA

- Quatro modelos elementares
  - Monopólio
    - Geração sem competição e sem opção de escolha para os consumidores
  - Comprador Único
    - Permite a competição na geração mas nenhum consumidor tem opção de escolha do fornecedor
  - Competição no Atacado
    - Os compradores do atacado podem escolher o fornecedor, sendo requerido acesso não discriminatório à transmissão
  - Competição no Varejo
    - Os compradores do varejo podem escolher o fornecedor, sendo requerido acesso não discriminatório à distribuição

MODELO 1: MONOPÓLIO

- Característica
  - Monopólio verticalizado em todos os níveis, sem poder de escolha dos participantes e reduzido custo de transição
- Vantagens
  - Planejamento centralizado pode viabilizar a expansão de mínimo custo
  - Reduzido custo de capital pois os consumidores assumem os riscos
  - Simplicidade institucional
  - Grande capacidade de acomodar políticas públicas
- Desvantagens
  - Não há mecanismos de contestação do planejamento centralizado
  - Tomador de decisão não sofre as consequências das decisões tomadas
  - Consumidores assumem os riscos da indústria

MODELO 2: COMPRADOR ÚNICO

- Característica
  - Gerador entrante compete por um contrato de longo prazo (PPA), sujeito a regulação técnica. O comprador único pode discriminar os geradores e/ou produzir sinais locacionais
- Vantagens
  - Planejamento centralizado pode viabilizar a expansão de mínimo custo
  - Permite concorrência para reduzir valor do investimento
  - Reduzido custo de capital pois os consumidores assumem os riscos
  - Grande capacidade de acomodar políticas públicas
- Desvantagens
  - Tomador de decisão não sofre as consequências das decisões tomadas
  - Consumidores assumem os riscos da indústria (menos o de construção)

MODELO 3: COMPETIÇÃO NO ATACADO

- Características
  - Geradores entrantes e existentes competem pelo atendimento ao mercado. Consumidores do atacado podem escolher seu fornecedor
  - Presença de operador do sistema independente dos compradores e vendedores, responsável por manter a frequência e tensão e um mercado de atacado para viabilizar a compra e venda de eletricidade
  - Criação dos contratos *spot* e futuros, de prestação de serviços ancilares e de uso da transmissão
  - Nível de investimento, matriz energética, localização, manutenção e desinvestimento são escolhas do mercado, e requerem sinais econômicos adequados
- Vantagens
  - Possibilita a competição entre geradores existente e entrantes, com pressão para reduzir o valor do investimento e o custo de operação
  - Risco de mercado e de tecnologia é devolvido aos geradores
  - Contratos se tornam mais financeiros que físicos
- Desvantagens
  - Maior custo de capital (pois há maior risco)
  - Maior complexidade institucional e elevação do custo de transação
  - Capacidade limitada de acomodar políticas públicas

MODELO 4: COMPETIÇÃO NO VAREJO

- Características
  - Similar ao Modelo 3, com todos os consumidores podendo escolher seu fornecedor
  - Criação dos contratos de uso da distribuição e do comercializador varejista
- Vantagens
  - Além das vantagens do Modelo 3, possibilita a competição entre comercializadores existente e entrantes, com pressão para reduzir o custo da compra e melhorar o nível de atendimento
  - Empoderamento do consumidor
  - Facilidade de incorporação dos recursos energéticos distribuídos
- Desvantagens
  - Além das desvantagens do Modelo 3, a complexidade institucional e os custos de transação crescem exponencialmente
  - A pressão pela eficiência depende da ameaça crível de que o consumidor irá efetivamente trocar de fornecedor

Despacho e Formação de Preços

Onde o mercado começa



ARQUITETURA DO MERCADO

- É um mapa dos diversos “sub-mercados” que constituem o mercado de eletricidade
- Cada “sub-mercado” pode ser classificado quanto ao tipo
- Os diferentes “sub-mercados” são conectados do ponto de vista econômico, seja de forma explícita ou implícita (arbitragem)



SERVIÇOS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

- Necessidade de organizar 3 funções básicas da indústria
  - Programação e Despacho
    - Comercialização da energia elétrica no curto prazo
  - Gestão do Congestionamento
    - Alocação do uso da rede de transmissão
  - Serviços Ancilares
    - Equilíbrio instantâneo entre oferta e demanda

MODELOS DE DESPACHO

- Despacho Centralizado ou *Pool*
  - Operador do sistema
    - Normalmente independente, não possui ativos (ISO)
  - Programação da geração
    - Definida pelo operador visando minimizar o custo de operação do sistema despachando as usinas segundo uma ordem de mérito
      - Baseada em custo (*tight pool*)
      - Baseada em preço (*loose-pool*)
  - Preço
    - O preço de curto prazo reflete o despacho físico do sistema
  - Contratos
    - Os contratos são instrumentos financeiros que tem por finalidade reduzir a exposição dos agentes à volatilidade do preço spot

VARIANTES DO DESPACHO CENTRALIZADO

- *Tight Pool* – Baseado em custo
  - Geradores termelétricos declaram seus custos e disponibilidades
    - Geradores hidrelétricos têm seu custo (valor da água) calculado pelo operador
  - As usinas são “empilhadas” em ordem crescente de custo (ordem de mérito) até que a demanda seja atendida
  - O recurso marginal é o preço de equilíbrio (preço *spot*)
- *Loose Pool* – Baseado em preços
  - Geradores ofertam as quantidades e respectivos preços pelos quais estão dispostos a gerar eletricidade
  - As usinas são “empilhadas” em ordem crescente de preço (ordem de mérito) até que a demanda seja atendida
  - O recurso marginal é o preço de equilíbrio (preço *spot*)



Funcionamento de um Mercado Ideal

Preço teto e Investimentos

ASPECTOS ESTRUTURAIS

- Tecnologia
  - A estrutura de custo do mercado é determinada pela matriz energética
- Concentração da produção
  - Quanto mais concentrado um mercado, maiores as possibilidades de exercício de poder de mercado
- Elasticidade da demanda
  - Primeira falha da demanda
  - Requer a instalação de medidores em tempo real e tarifação em tempo real
- Nível de confiabilidade
  - A segunda falha da demanda faz que com as curvas de oferta e demanda não se cruzem nos momentos de escassez
  - Corte de carga e um preço teto devem ser definidos
  - O mercado *spot* é um fator crítico para definir o nível de investimento em geração

“MERCADOS ELEMENTARES”

- É o mercado de eletricidade no qual o preço de curto prazo é o principal indutor da tomada de decisão, tanto no curto quanto longo prazo
  - O mercado de contratos existe e também é indutor da tomada de decisão, porém os contratos são sempre derivativos do preço de curto prazo

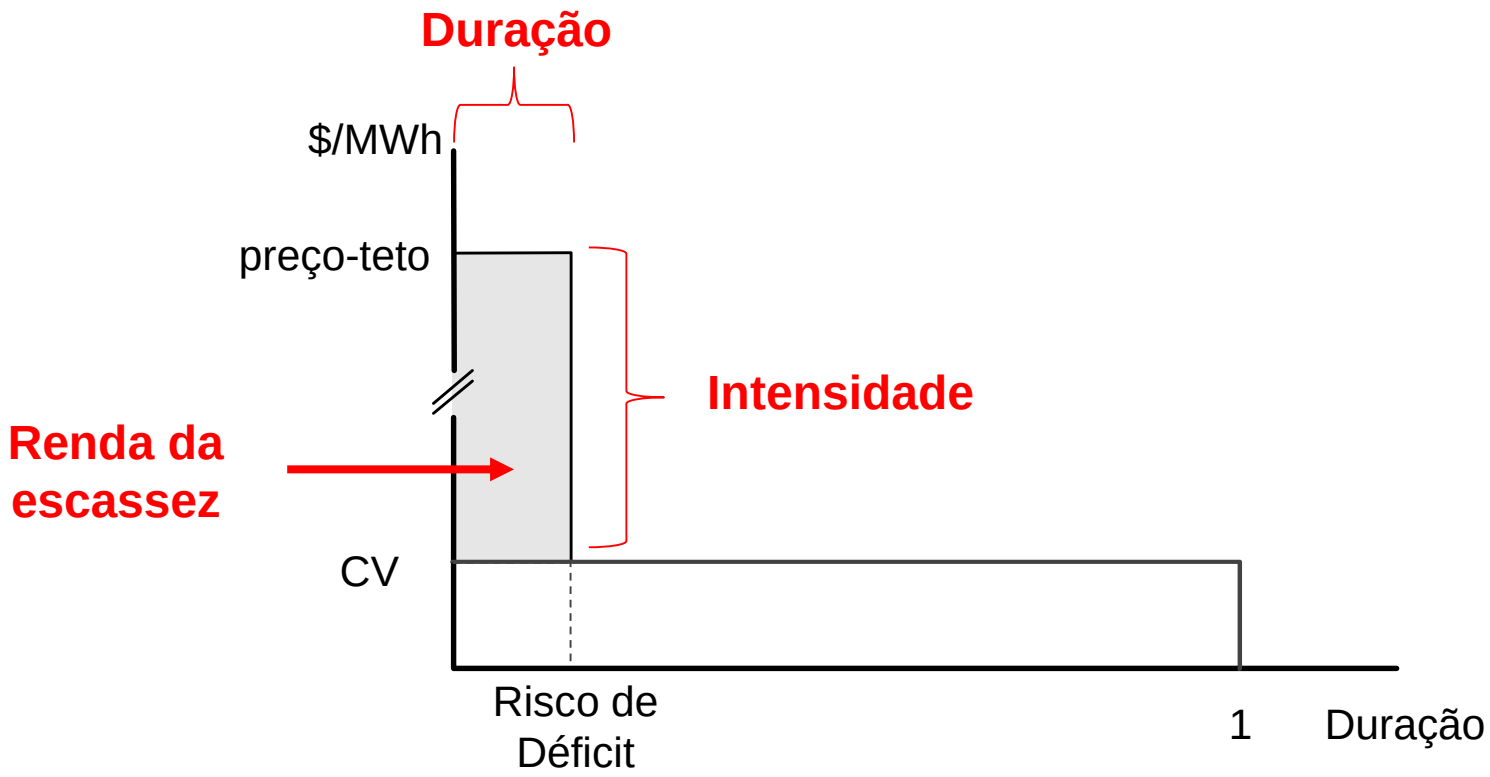
COMO O MERCADO DEVE FUNCIONAR?

- Por que o preço competitivo recupera os custos fixos?
  - Se o preço não recuperar os custos fixos
    - Investidores não construirão novos geradores
    - Um aumento de demanda elevará os preços
  - Se o preço fornecer mais renda que o necessário
    - Novos investidores construirão geradores para se apropriarem desta renda
    - Com maior oferta o preço cairá
- Os picos de preço possibilitam recuperar o custo fixo
  - Parcela da distribuição acumulada do preço *spot* que excede o custo marginal da planta mais cara

PICO DE PREÇO

- Características importantes
  - Duração
    - Fração do tempo na qual ocorre a escassez
  - Intensidade
    - O valor do preço nos períodos de escassez
  - Renda da escassez
    - Receita associada aos períodos de escassez
- Condição de equilíbrio de longo prazo
  - Lucro zero
- Recuperação do custo fixo
  - A capacidade instalada é acrescida até que não haja mais renda a ser extraída do mercado
  - O mercado também é capaz de determinar o montante de investimento em cada tipo de fonte de geração

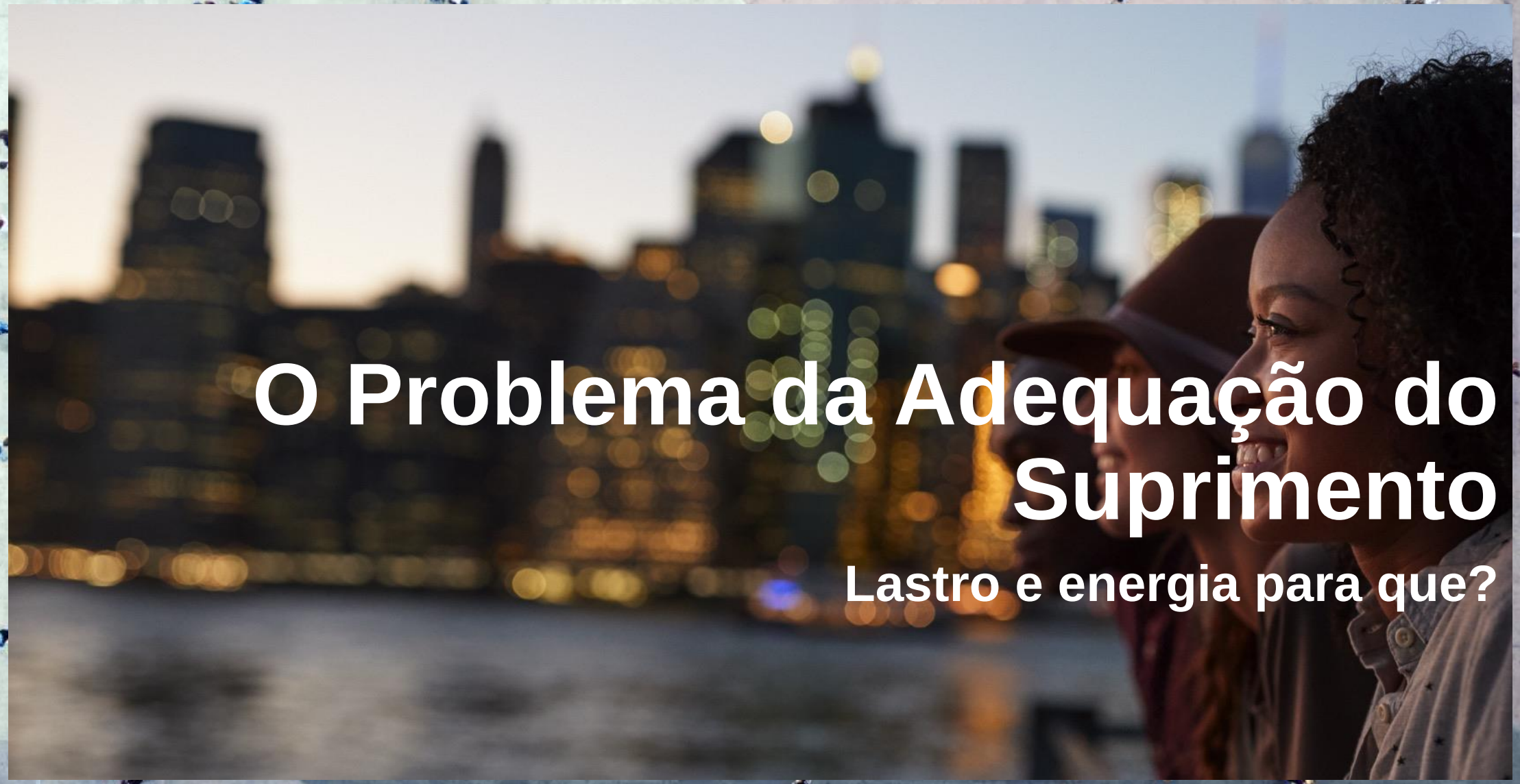
PICO DE PREÇO



Confiabilidade < 100% !!!

“MERCADOS ELEMENTARES”

- Deficiências
  - Concorrência imperfeita
    - Possibilidade de exercício de poder de mercado
  - Informação incompleta
    - Falta de dados históricos para estimação da distribuição dos preços
  - Riscos regulatórios
    - Credibilidade na manutenção das regras
- Mesmo sob condições ideais...
  - Objetivos antagônicos: confiabilidade x volatilidade
    - Relação inversa entre Risco de Déficit e Preço Teto
  - Ciclos de investimentos
    - Investimento não se realiza de forma sustentada
  - Confiabilidade é um bem público
    - Falta de sinais econômicos para aquisição unilateral de confiabilidade



O Problema da Adequação do Suprimento

Lastro e energia para que?

SEGURANÇA X ADEQUAÇÃO

Segurança do suprimento

Capacidade de um sistema elétrico suportar distúrbios súbitos como curtos-circuitos e/ou perda de equipamentos

Horizonte da Operação

Adequação do suprimento

Capacidade de um sistema elétrico atender à demanda supondo um determinado critério de suprimento

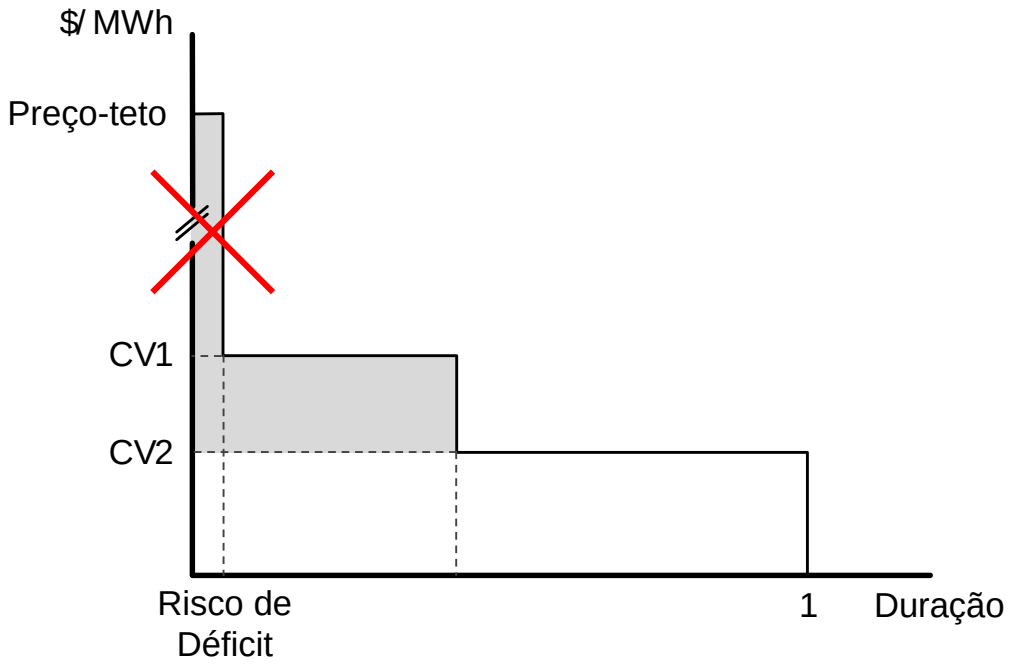
Horizonte da Expansão

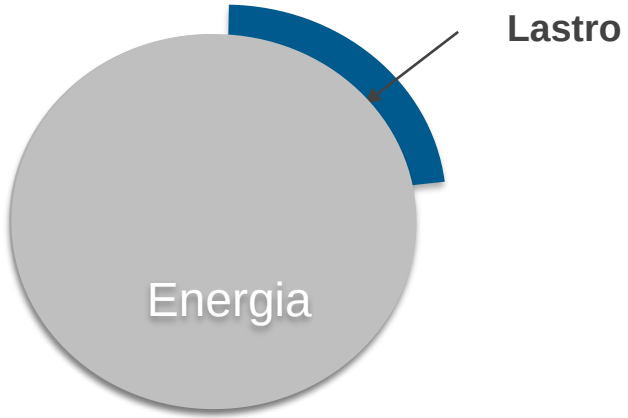
MECANISMOS DE ADEQUAÇÃO DO SUPRIMENTO

- Objetivos
  - Fornecer uma receita mais estável aos agentes de geração
  - Recuperação do custo fixo não depende da ocorrência de picos de preço
  - Requisito de confiabilidade desacoplado do preço teto do mercado de energia
- Vantagens
  - Redução da volatilidade da receita
  - Redução do espaço para exercício do poder de mercado
- A complementação do sinal de preço de curto prazo deve induzir o montante exato de investimentos
  - Nem a mais, nem a menos
- Parâmetros devem ser corretamente calibrados
  - A receita adicional deve ser exatamente igual à parcela do custo fixo não recuperada no mercado de curto prazo

MECANISMOS DE ADEQUAÇÃO DO SUPRIMENTO

- Introdução de sinais econômicos complementares ao preço de curto prazo
- Princípio de funcionamento
  - Substituição de parte da receita do mercado de curto prazo, incerta e associada à escassez, por um fluxo de caixa controlável e previsível





CRITÉRIO DE SUPRIMENTO



Sistemas termelétricos

- Aversão ao risco de déficit de potência
- Investimento em usinas até que a potência disponível seja suficiente para atender à demanda de ponta acrescida de uma margem
- $P_{Disp} = 1{,}05 \times D_{Max}$



Sistemas hidrelétricos

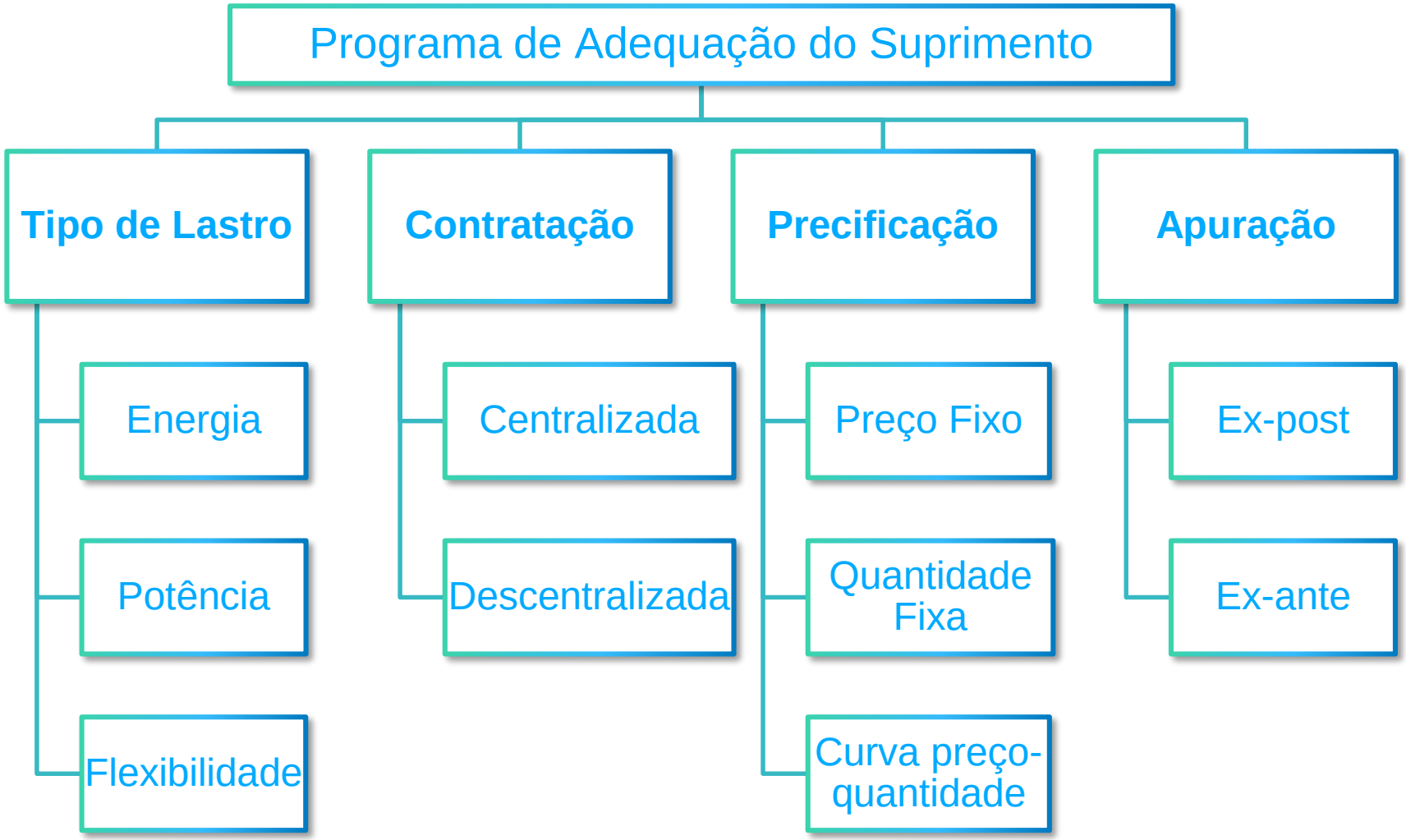
- Aversão ao risco de déficit de energia
- Investimento em usinas até que seja garantido o atendimento à carga de energia com um determinado nível de risco
- E_{Ass} = Carga



Sistemas ERNC

- Aversão ao risco de déficit de flexibilidade
- Investimento até que seja garantida a continuidade do suprimento dado um determinado cenário de desequilíbrio
- $Flex_{Operativa} > Flex_{Crítica}$

AS VARIÁVEIS DE *MARKET DESIGN*



Obrigado!

