

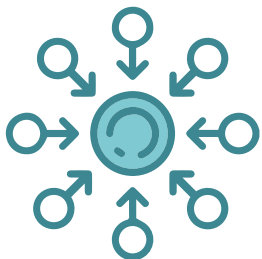
META II FORMAÇÃO DE PREÇO

Bloco 1: **Precificação por custo ou por oferta?** **Ou nenhum deles?**

WORKSHOP 2

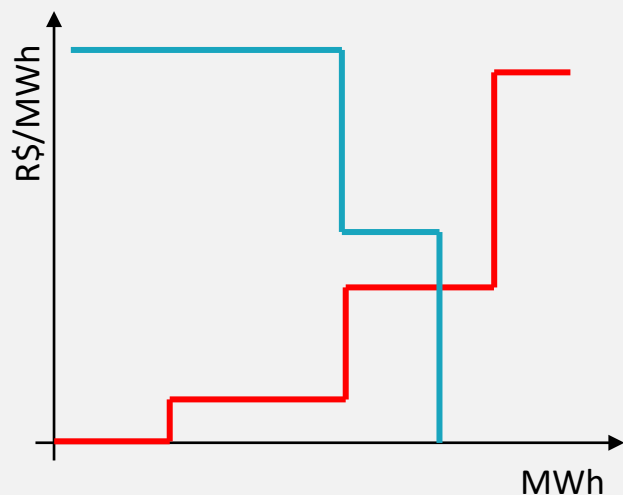
15 de agosto de 2024

Por custo VS por oferta: conceito



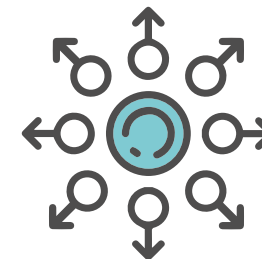
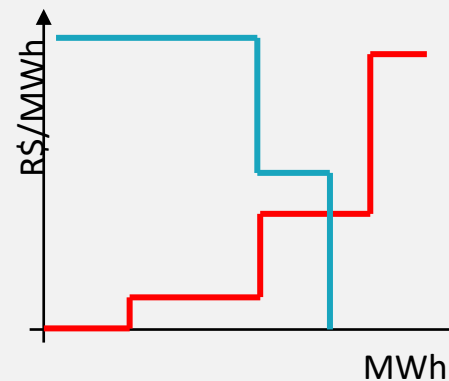
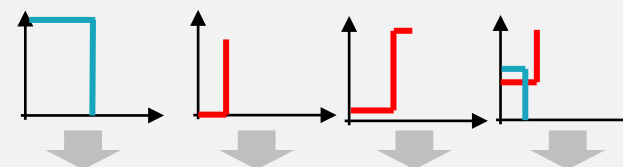
POR CUSTOS

Mais centralizado
do planejador para os agentes



POR OFERTAS

Mais descentralizado
dos agentes para o planejador



Preço por custo ou por oferta?



Realizamos um extenso benchmark internacional (ver página seguinte), suportado por uma ampla revisão bibliográfica, e constatamos que:



- ✓ Na prática existe um grande número de variações
- ✓ E nenhuma delas se enquadra perfeitamente na dicotomia “custo” ou “oferta”
- ✓ As diferenças são multidimensionais. Por exemplo:
 - Forma como os agentes fazem suas ofertas de quantidade e preços
 - Tratamento dado ao unit commitment
 - Diferenciação de tratamento entre tecnologias
 - Outras, que serão discutidas nesta apresentação

Os exemplos do benchmark internacional não se encaixam como uma “luva” na taxonomia proposta, mas ajudam a ilustrar os critérios e diferenças

A experiência internacional revela um espectro de possibilidades



POR CUSTO PURO



POR OFERTA PURO



Coreia do Sul



Vietnã



Colômbia



Texas



Chile



México



MER



PJM



Califórnia



El Salvador

mibel

Espanha

NORD
POOL

Noruega



Grã-Bretanha



Brasil



Nova Zelândia

Esta discussão está intimamente relacionada ao grau de centralização nos processos de otimização do sistema no curto prazo



Preços por custos derivam de um conceito mais centralizado



Preços por oferta derivam de um modelo mais descentralizado

- ✓ A experiência empírica confirma que não há um modelo totalmente centralizado ou descentralizado. Por exemplo:
- Mesmo no modelo centralizado, não existe uma auditoria perfeita dos custos de usinas térmicas ou uma validação de sua disponibilidade
 - Os estudos de caso mostram que países contêm elementos de centralização e descentralização. Por exemplo, no Brasil (por custo) o mercado inclui elementos de resposta da demanda e um certo grau de declaração de usinas térmicas
 - Em um modelo descentralizado, é difícil imaginar que o operador se isente de suas responsabilidades pela confiabilidade. Por exemplo o Reliability Assessment em PJM
 - Analogamente, mesmo no modelo por oferta quase puro, existe um processo de unit commitment – algo que em um caso extremo (Power Exchange) poderia ser dispensado.



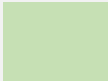


Em consequência, os modelos “custo” vs. “preço” podem ser expandidos em quatro categorias básicas que cobrem o espectro empiricamente observado



Critérios específicos foram definidos para se poder entender e comparar os **quatro diferentes modelos** gerando uma matriz bi-dimensional

	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
GERAÇÃO FORÇADA			
CURVA QUANTIDADE PREÇO			
VARIÁVEIS INTEIRAS DE UNIT COMMITMENT			
OTIMIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO			

LEGENDA

Centralizado		Algum grau de descentralização		Relativamente descentralizado		Bastante descentralizado		Totalmente descentralizado	
--------------	---	--------------------------------	---	-------------------------------	---	--------------------------	---	----------------------------	---

Definições básicas para a taxonomia proposta

- eixo horizontal



COMO É TRATADA?	VARIAÇÕES DE POSSIBILIDADES
Representação no modelo de otimização - como o modelo trata geração forçada, quantidade-preços, unit commitment, armazenamento, etc.?	Varia desde a representação de todos os parâmetros no modelo, com exclusões crescentes
Flexibilidade declaração dos agentes – quais os graus de liberdade dos agentes em declarar os parâmetros anteriores, em termos de frequência, restrições, necessidades de auditoria, faixas aceitáveis, etc. ?	Varia desde flexibilidade quase nula até grande flexibilidade em termos de valores e frequência, inclusive sem necessidade de declaração de alguns parâmetros como armazenamento
Distinção entre tecnologias – como são tratadas as diferentes tecnologias para incorporação dos parâmetros anteriores?	Muito restrita, variando desde um tratamento muito restrito, com algum grau de Liberdade às térmicas, até um tratamento agnóstico, inclusive para a curva de demanda

Definições básicas para a taxonomia proposta

- eixo vertical



COMO O MODELO TRATA?	VARIAÇÕES DE POSSIBILIDADES
Geração forçada – necessidade de alguns geradores produzirem uma quantidade mínima	Definida pelo modelo (explícita), pelos agentes (equivalente), ou não considerada
Curva quantidade preços – como é construída a curva de oferta e demanda, em quantos patamares, e com que frequência é revisada	Definida centralizada ou descentralizadamente – auditadas, dentro de certos limites, ou livre
Unit commitment – determinação ex-ante das unidades que deverão despachar	Determinação de necessidades de comprometimento prévio de certas unidades, frequência, e para quais tecnologias
Otimização do armazenamento – Processo de coordenação dos armazenamento hidráulico, BESS, e outros	Consideração explícita no modelo ou não há qualquer representação, delegando aos agentes esta coordenação

Principais Características - Modelo de Custo Puro



	CUSTO PURO		
	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
GERAÇÃO FORÇADA	Explícita - modelo inclui restrições para térmicas que necessitam gerar quantidades mínimas	Nenhuma - usinas precisam comprovar que tem estas restrições	Restrito - Válido somente para usinas térmicas
CURVA QUANTIDADE PREÇO	Flexível - operador usa o número de dados necessários para representar cada usina	Nenhuma - curva de quantidade e preço para cada térmica e auditada	Restrito - Só térmicas têm curvas quantidade-preço no modelo. Renováveis têm custo zero e o modelo calcula o custo (futuro) de hidrelétricas
VARIÁVEIS INTEIRAS DE UNIT COMMITMENT	Explícita - modelo inclui restrições de unit commitment para termicas	Nenhuma - Os valores usados nas restrições de unit commitment são auditados pelo operador	Restrito - O modelo só representa restrições de unit commitment para térmicas
OTIMIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO	Explícita - modelo otimização armazenamento de hidrelétricas e baterias	Nenhuma - O modelo calcula o custo de oportunidade do armazenamento	Restrito - O modelo apenas modela armazenamento para baterias e reservatórios hidrelétricos

Principais Características - Modelo de Custo adaptado

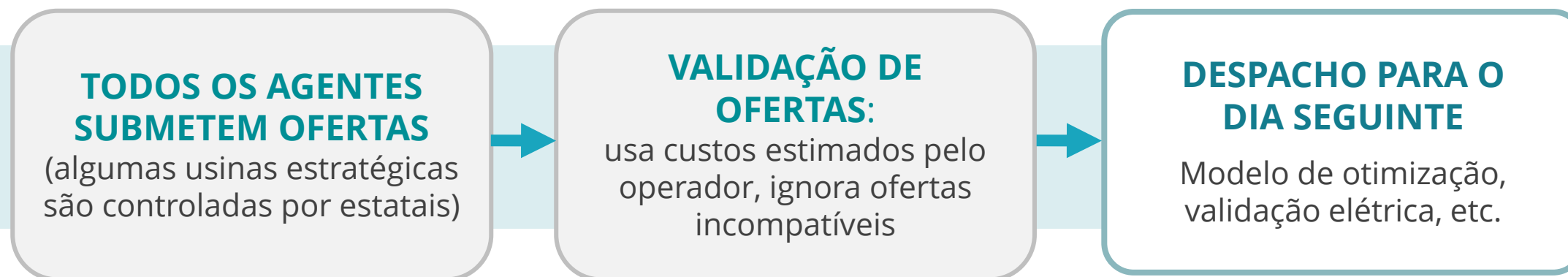


	CUSTO ADAPTADO		
	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
GERAÇÃO FORÇADA	Explícita - O modelo possui restrições para térmicas que precisem gerar quantidades fixadas	Esporádica - Declaração de geração forçada mensal ou mais esporádica	Restrito - Válido somente para usinas térmicas
CURVA QUANTIDADE PREÇO	Flexível - O modelo permite curvas quantidade preço horárias com muitos patamares	Frequente Restrita - Térmicas declaram diariamente suas curvas, dentro de limites estritos fixados pelo operador	Restrito - Só térmicas têm curvas quantidade-preço no modelo. Renováveis têm custo zero e o modelo calcula o custo (futuro) de hidrelétricas
VARIÁVEIS INTEIRAS DE UNIT COMMITMENT	Explícita - O modelo possui restrições de unit commitment para térmicas	Esporádica - Declarações mensais ou mais esporádicas	Restrito - O modelo só representa restrições de unit commitment para térmicas
OTIMIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO	Explícita - O modelo otimiza o armazenamento de hidrelétricas e de baterias	Nenhuma - O modelo calcula o custo de oportunidade do armazenamento	Restrito - O modelo somente modela armazenamento para baterias e reservatórios

Exemplo de uma característica “híbrida”

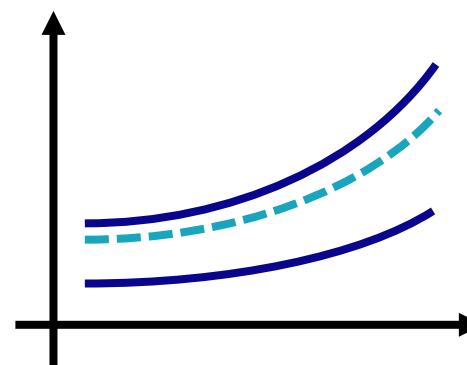


FLUXOGRAMA OPERATIVO NO MÉXICO E VIETNÃ (EM GERAL CONSIDERADOS “POR CUSTO”):



EXEMPLO:

validação para termelétricas



1 VND/kWh até o CVU estimado



0 até 110% do CVU estimado

Principais Características – Modelo de Oferta adaptado

	OFERTA ADAPTADO		
	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
GERAÇÃO FORÇADA	Explícita - O modelo possui restrições para agentes que precisem gerar ou consumir quantidades fixadas	Frequente Flexível - Declarada diariamente, mas sujeita à validação do monitor de mercado	Todas tecnologias (inclusive demanda) - Todos os agentes podem declarar geração forçada
CURVA QUANTIDADE PREÇO	Flexível - O modelo permite curvas quantidade preço de compra e venda horárias com muitos patamares	Frequente Restrita - Curvas são declaradas diariamente, mas com limites e sujeitas à validação do monitor de mercado	Todas tecnologias (inclusive demanda) - Todos os geradores e consumidores declaram curvas
VARIÁVEIS INTEIRAS DE UNIT COMMITMENT	Explícita - O modelo possui restrições de unit commitment para térmicas	Frequente Restrita - São declaradas pelos agentes diariamente, mas sujeitas à validação do monitor de mercado	Restrito - O modelo só representa restrições de unit commitment para térmicas
OTIMIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO	Equivalente - O modelo representa reservatórios físicos e virtuais	Frequente Restrita - Ofertas de créditos de reservatórios virtuais diárias, com limites e sujeitas à validação do monitor de mercado	Virtual Inclusive - Todos os agentes, independente da posse de ativos hidrelétricos ou de pertencer ao setor elétrico

Principais Características – Modelo de Oferta puro

	OFERTA PURO		
	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
GERAÇÃO FORÇADA	Equivalente - não ha restricao de geracao forçada -	Não se Aplica	Não se Aplica
CURVA QUANTIDADE PREÇO	Flexível - O modelo permite curvas quantidade preço de compra e venda horárias com muitos patamares	Frequente Flexível - Os agentes declaram diariamente suas curvas para o modelo, com limites de preços amplos	Todas tecnologias (inclusive demanda) - Todos os geradores e consumidores declaram curvas
VARIÁVEIS INTEIRAS DE UNIT COMMITMENT	Explícita - O modelo possui restrições de unit commitment para todos os agentes	Frequente Flexível - Os valores usados nas restrições são declarados pelos agentes diariamente	Todas tecnologias (inclusive demanda) - As restrições são as mesmas para todas as unidades geradoras e consumidoras
OTIMIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO	Não Representado - O(s) modelo(s) não representa(m) reservatórios de água, uma vez que o custo de se gerar com uma hidrelétrica é o preço ofertado pelo seu proprietário: o operador não precisa calcular o custo futuro da água	Não se aplica	Não se Aplica

Resumo comparativo entre os modelos



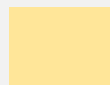
	CUSTO PURO			CUSTO ADAPTADO			OFERTA ADAPTADO			OFERTA PURO		
	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS	REPRESENTAÇÃO NO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE DECLARAÇÃO DOS AGENTES	DISTINÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS
GERAÇÃO FORÇADA	Amarelo	Amarelo	Branco	Amarelo	Verde claro	Branco	Amarelo	Verde claro	Verde claro	Azul claro	Azul claro	Azul claro
CURVA QUANTIDADE PREÇO	Amarelo	Amarelo	Branco	Amarelo	Verde claro	Branco	Verde médio	Verde claro	Verde médio	Verde médio	Verde médio	Verde médio
VARIÁVEIS INTEIRAS DE UNIT COMMITMENT	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde médio	Amarelo	Amarelo	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde médio	Azul claro
OTIMIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO	Branco	Branco	Branco	Branco	Branco	Branco	Verde médio	Verde médio	Verde médio	Verde médio	Verde médio	Verde médio

LEGENDA

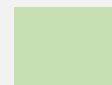
Centralizado



Algum grau de descentralização



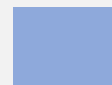
Relativamente descentralizado



Bastante descentralizado



Totalmente descentralizado



Em síntese



- ✓ Existem variações dentro do espectro preço por custo vs. preço por oferta – não se pode falar em uma dicotomia
- ✓ Tipicamente, a precificação por custos resulta de ambientes mais centralizados, enquanto a precificação por preços se dá em ambientes mais descentralizados
- ✓ A experiência empírica demonstra que, dentre os modelos analisados, nenhum deles opera nos limites do espectro
 - Mesmo modelos centralizados, que permitem algumas declarações de preços e unit commitment, estes parâmetros não são 100% verificados ou auditados
 - Analogamente, em modelos descentralizados o operador é o responsável último pela confiabilidade e tem que assegurar disponibilidade dos recursos no day-ahead, não podendo confiar 100% que o mercado irá provê-los
- ✓ Os diversos modelos foram agrupados em quatro categorias, as quais foram avaliadas segundo uma série de atributos.
- ✓ Permitindo assim uma melhor visualização do grau de centralização descentralização implícito, suportando as discussões futuras sobre que modelo (ou variações) se adaptam melhor ao caso brasileiro