



Formação de preços de energia no SIN

Marcelo Cordova (UFSC)

Juan Pablo Luna (UFRJ)

Claudia Sagastizábal (Unicamp)

Paulo J. S. Silva (Unicamp)

Soluções matemáticas para problemas industriais (WSMPI)

2018: <https://drive.google.com/open?id=1RvdwYuOksS1C2fEG2mbJUX1Wf2YPH11u>

2019: https://drive.google.com/file/d/1bK4CobBRzN_cwoJ4r525t1u4yGdep3YG

August 31, 2018



CeMEAI
IV Brazilian Study Group
with Industry

Problem 1:
Pricing frameworks for unit-
commitment hydrothermal problems

Paola Geovanna Patzi Aquino (UNESP)
Emerson Butyn (UFPR)
Jefferson Chávez (Unicamp)
Bruno Colonetti (UFSC)
Marcelo Marcel Cordova (UFSC)



Programação
Hidrotérmica de
Curto Prazo: Do
Despacho ao Preço
Horário ou Vice-
Versa?



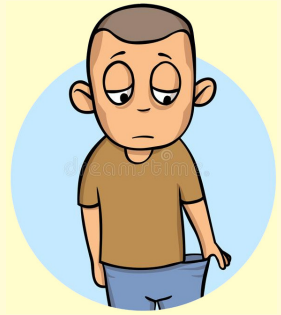
Despacho Hidrotérmico de Curto Prazo



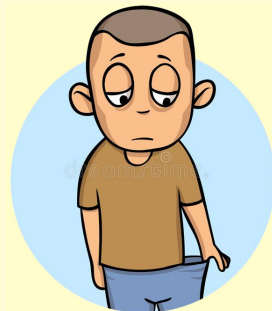
Despacho Hidrotérmico de Curto Prazo



Despacho Hidrotérmico de Curto Prazo



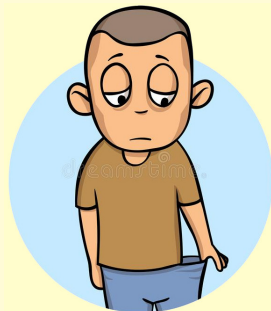
Despacho Hidrotérmico de Curto Prazo



Despacho Hidrotérmico de Curto Prazo



DOIS INTERESSES

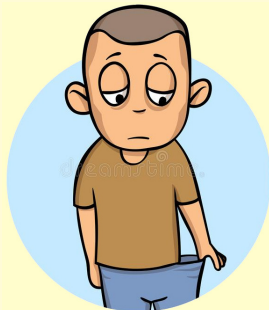


quantidade e preço

Despacho Hidrotérmico de Curto Prazo



DOIS INTERESSES

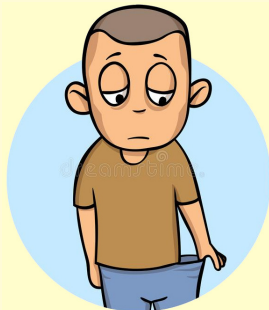


quantidade e preço
despacho e CMO

Despacho Hidrotérmico de Curto Prazo



DOIS INTERESSES



quantidade e preço
despacho e CMO

ONS, ANEEL, CCEE, Geradoras, Distribuidoras, Comerciais

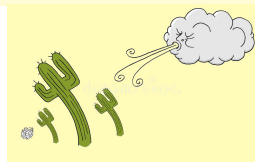
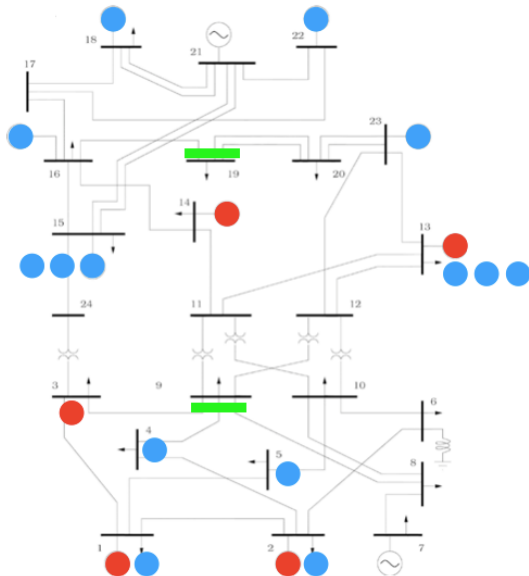
O que é um bom preço, um preço justo??

- ▶ corresponde a algum CVU?
- ▶ cresce quando a demanda aumenta?
- ▶ remunera custos fixos?
- ▶ quem assume o risco?
- ▶ promove sustentabilidade?
- ▶ sinaliza necessidade de aumento de capacidade?
- ▶ robusto perante os renováveis?

O que é um bom preço, um preço justo??

- ▶ corresponde a algum CVU?
- ▶ cresce quando a demanda aumenta?
- ▶ remunera custos fixos?
- ▶ quem assume o risco?
- ▶ promove sustentabilidade?
- ▶ sinaliza necessidade de aumento de capacidade?
- ▶ **robusto perante os renováveis?**

O tempo e o vento



LEGENDA

-  Hidrelétrica
-  Termelétrica

O tempo e o vento: sensibilidade

- ▶ **Custo operacional:** resposta robusta
- ▶ **Preço:** resposta inconsistente

O tempo e o vento: sensibilidade

- ▶ **Custo operacional:** resposta robusta
- ▶ **Preço:** resposta inconsistente

Dessem com UCT: Formulação matemática Eletrobras

Custo Imediato + Custo Futuro

min $\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{NUT} c_i(g_i^t) + S_i^t + \alpha^T |v^T$

s.a.

Demanda

$$\sum_{j \in \mathcal{A}_i} g_j^t + \sum_{j \in \mathcal{B}_i} g_j^t + \sum_{j \in \mathcal{C}_i} (In_{j,t}^t - In_{j,t-1}^t) = D_i^t \quad i = 1, \dots, NS, t = 1, \dots, T$$

$$In_{i,j}^t \leq \overline{In}_{i,j} \quad i, j = 1, \dots, NS, t = 1, \dots, T$$

E

Conservação da água

$$V_i^t = V_i^{t-1} + I_i^t - (Q_i^t + S_i^t) + \sum_{j \in \mathcal{M}_i} (Q_j^t + S_j^t)$$

FPHA

$$g_i^t = FPH(V_i^t, Q_i^t, S_i^t) \quad i = 1, \dots, NH, t = 1, \dots, T$$

Restrições operativas

$$\underline{V}_i^t \leq V_i^t \leq \overline{V}_i^t, \quad \underline{Q}_i^t \leq Q_i^t \leq \overline{Q}_i^t, \quad \underline{g}_i^t \leq g_i^t \leq \overline{g}_i^t$$

H

Restrições Térmicas:

$$\underline{g}_i^t \cdot u_i^t \leq g_i^t \leq \overline{g}_i^t \cdot u_i^t \quad |g_i^t - g_i^{t-1}| \leq R$$

Unit Commitment

$$\sum_{k=t}^{t+Ton_i-1} u_i^k \geq Ton_i \cdot (u_i^t - u_i^{t-1}) \quad Cs_i (u_i^{t-1} - u_i^t) \leq S_i^t$$

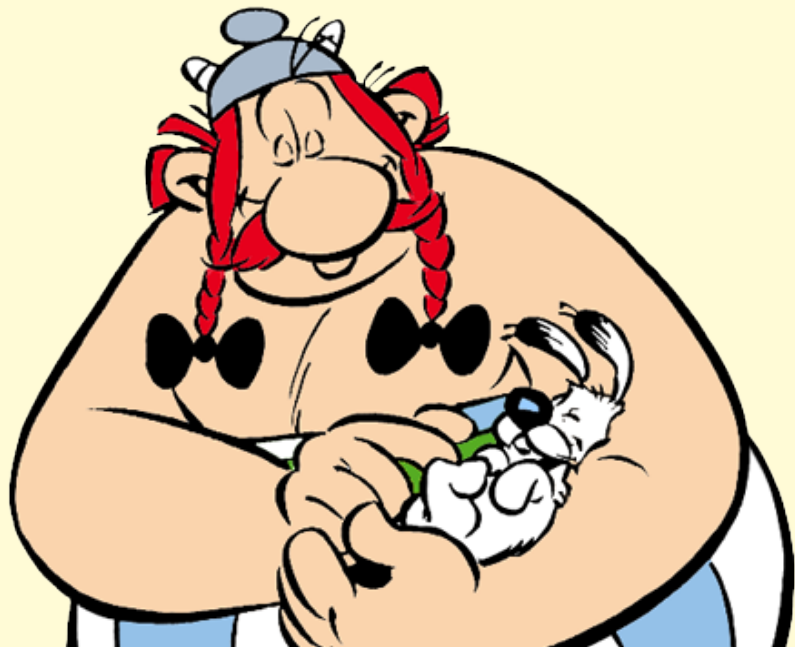
$$\sum_{k=t}^{t+Toff_i-1} (1 - u_i^k) \geq Toff_i \cdot (u_i^{t-1} - u_i^t) \quad u_i^t \in \{0,1\}$$

$i = 1, \dots, NUT, t = 1, \dots, T.$

T

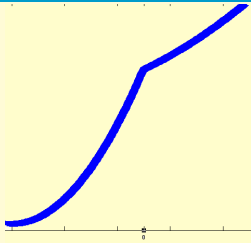
Dessem com UCT 7ª Reunião FT-Dessem | Março 2018

Custo Futuro e Custo Imediato



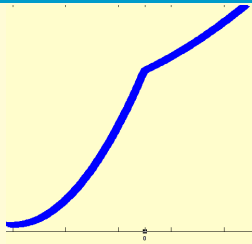
Cálculo de preços

Enfoque primal: não há multiplicadores

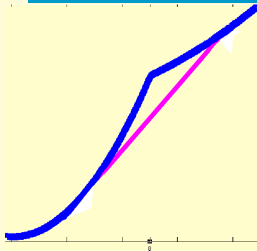


Cálculo de preços

Enfoque primal: não há multiplicadores

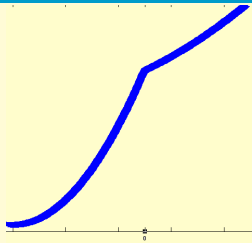


Enfoque dual (RL): OK! (Hogan et al)

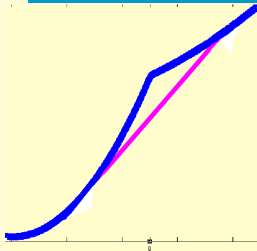


Cálculo de preços

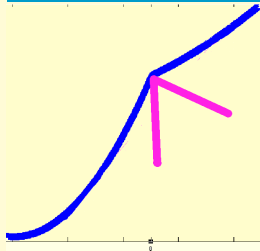
Enfoque primal: não há multiplicadores



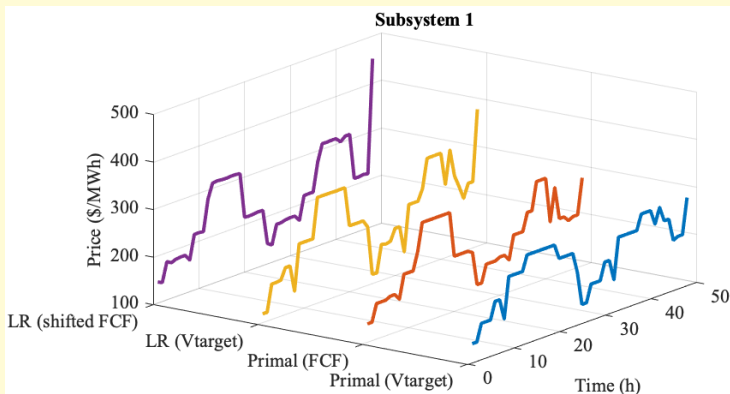
Enfoque dual (RL): OK! (Hogan et al)



Enfoque dual-primal: RL Sharp



Cálculo de preços



- ▶ **FCF \neq CVU hidro**
- ▶ **Usamos telescópio ou microscópio?**
- ▶ **Sugestões de trabalho no próximo WSMPI?**