

# O Risco de Simplificações nos Modelos de Planejamento da Operação: Consequências Práticas nos Preços de Curto Prazo

## 2º Workshop on Computing Efficient Prices

Rio de Janeiro, 06 de Abril de 2021

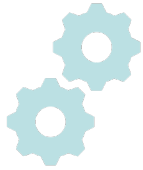
**Alexandre Street**

Departamento de Engenharia Elétrica

# AGENDA

- O LAMPS
- Formação de preços e distorções



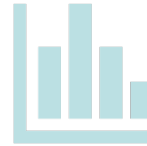


## Otimização

Otimização estocástica

Otimização “distributionally robust”

Otimização robusta



## Estatística

Estatística de alta dimensão

Séries temporais



## Machine Learning

Support Vector Machine

Boosting and Bagging

Hidden Markov Model

**Impacto acadêmico:** 1.757 citações – Google Scholar



## Energia

### Setor Elétrico

- Previsão de energia renovável
- **Comercialização de energia**
- **Regulação, operação e planejamento**
- Energy Analytics: Indicadores e Previsão

### Óleo & Gás

- Preço de combustíveis
- Otimização da produção e da exploração
- Sinergias entre gás e energia elétrica



## Finanças

### Mercado de Capitais

- Trading
- Análise de risco
- Precificação de ativos

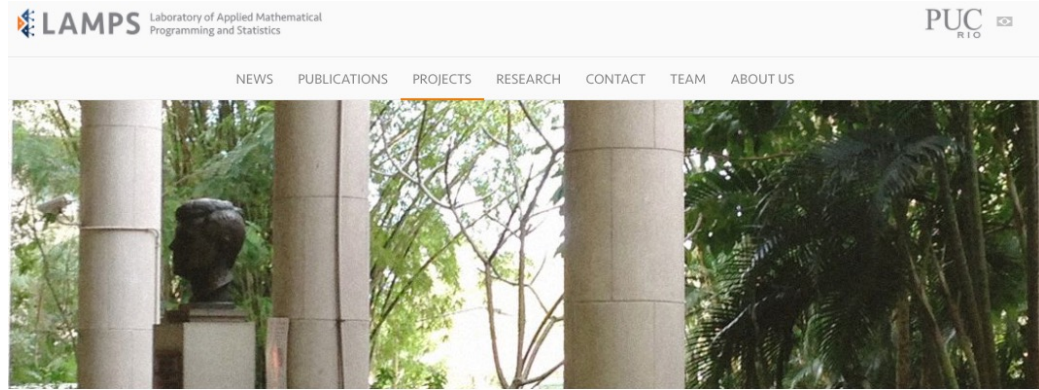
### Gestão Ativos e Passivos (ALM)

- Previdência and Financial Planning
- ALM Corporativo

### Business Analytics

- Previsão de Churn
- Detecção de Fraude
- Covid-19 Analytics

Site: [www.puc-rio.br/lamps](http://www.puc-rio.br/lamps)  
Youtube: LAMPS PUC-Rio



## LAMPS - Laboratory of Applied Mathematical Programming and Statistics

We believe in the power of knowledge and innovation as a transformation engine for society. We aim to leverage this transformation process through a highly collaborative environment involving students, senior researchers, a network of external research collaborators, and industry agents. The Laboratory of Applied Mathematical Programming and Statistics (LAMPS) at the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio) is a research laboratory that leverages optimization and statistics to create new knowledge, test hypotheses and develop new tools for the industry and society, in particular for energy and financial sectors. LAMPS includes professors, researchers and students associated with the Electrical and Industrial Engineering Departments of PUC-Rio.

**LAMPS PUC-Rio**  
162 subscribers

CUSTOMIZE CHANNEL YOUTUBE STUDIO

VIDEOS

Uploads PLAY ALL SORT BY

Workshop ENEVA + LAMPS PUC-Rio - Preço... 3 views · 6 days ago  
Workshop ENEVA + LAMPS PUC-Rio - Preço... 911 views · 6 days ago  
Desenho de Mercados II - Parte 3 30 views · 1 month ago  
Desenho de Mercados II - Parte 2 19 views · 1 month ago  
Desenho de Mercados II - Parte 1 90 views · 1 month ago  
PSCC Presentation Unlocking Reserves with Smart TS 8 views · 1 month ago

III Workshop em Desenhos de Mercado LAMPS PUC-Rio: A Entrada do Preço Horário da Energia Elétrica 2:05:31 365 views · 2 months ago  
Julia Users in Rio Meeting 2019 12:38 37 views · 10 months ago  
Julia Users in Rio - Raphael Saavedra -... 13:42 99 views · 10 months ago  
Julia Users in Rio - Andrew Rosenberg -... 109 views · 10 months ago  
Julia Users in Rio - Felipe Noronha - Introdução da... 17:11 119 views · 10 months ago  
Julia Users in Rio - Julio Hoffmann - GeoStats JI 15:57 94 views · 10 months ago

Julia Users in Rio - Filipe Braida - Persa JI 17:23 82 views · 10 months ago  
A Change Is Coming 6:25 23 views · 1 year ago  
Mercado de Energia Califórnia ISO 8:19 24 views · 1 year ago  
Mercado de Energia Nord Pool 6:17 57 views · 1 year ago  
Mercado de Energia PJM 7:55 21 views · 1 year ago  
Mercado de Energia do Reino Unido 7:23 23 views · 1 year ago

Three Waves of US Reforms 8:46 67 views · 1 year ago  
Mercados de Energia com Agentes Price Makers 9:27 53 views · 1 year ago  
Mercados de Energia com Agentes Price Makers 16:27 242 views · 1 year ago  
European Union Electricity Markets 7:19 28 views · 1 year ago  
Mercado de Energia Ercot 9:29 17 views · 1 year ago

FILTERS:

**Energy Analytics - Monitoring and Forecasting Power System Indices**  
[Click here to access the application] - monitoring indices for electricity consumption reduction in Brasil after COVID19. In this app we provide as time series the monitoring indices presented in "Qu" [READ MORE](#)

**COVID19analytics.com.br**  
Updated forecasts for the number of reported cases and deaths due to COVID-19 in Brasil - COVID19analytics.com.br This is an initiative of Prof. Alexandre Street (Electrical Engineering department at [PUC-Rio](#)) [READ MORE](#)



# Colaboradores e Ex-alunos



## Alumni



**Érica Telles**  
Pesquisadora (MSc, DSc e Postdoc)  
ericaet@gmail.com



**Mario Souto**  
Pesquisador  
mariosouto@ele.puc-rio.br



**Roberto Garcia**  
Pesquisador (MSc)  
robertinhogpr@gmail.com



**Sergio Vitor Bruno**  
Pesquisador (DSc)  
svbruno@gmail.com



**Andrea Alzuguir**  
Pesquisadora (MSc)  
andrea.alzuguir@globo.com



**João Marco Cunha**  
Pesquisador (DSc)  
latgaita@gmail.com



**Gustavo Ayala**  
Pesquisador (DSc)  
ayala.gustavo@globo.com



**Marcelo Ruas**  
Pesquisador  
mcruas@gmail.com



**Henrique Helfer**  
Pesquisador  
hhelfer@hotmail.com



**Thuener Armando da Silva**  
Pesquisador (Postdoc)  
thuener@gmail.com



**Andrew Rosemberg**  
Pesquisador (MSc)  
andrewrosemberg@gmail.com



**Alexandre Velloso**  
Pesquisador (DSc)  
avelloso@gmail.com



**Karen Ramos**  
Pesquisadora (DSc)  
kapaguera@gmail.com



**Carlos Alberto Junior**  
Pesquisador (MSc)  
carlos.junior@engenharia.ufff.br



**Edson Felipe Fernandes**  
Pesquisador (DSc)  
dinhoig@yahoo.com.br



**Aderson Campos Passos**  
Pesquisador (DSc)  
adersoncp@gmail.com



**Arthur Brigatto**  
Pesquisador  
brigatto@ele.puc-rio.br



**Dimas Leão Ramos**  
Pesquisador  
dimasramos@gmail.com



**Raphael Saavedra**  
Pesquisador  
raphael.saavedra93@gmail.com



**Eros Danilo**  
Pesquisador (MSc)  
eros.danilo@engenharia.ufff.br



**Andre Lawson**  
Pesquisador (MSc)  
andrelawsonps@gmail.com



**Lucas Freire**  
Pesquisador (DSc)  
lucas@lfreire.com



**Murilo Soares**  
Pesquisador (DSc)  
murilosoares@yahoo.com.br



**Henrique Caixeiro**  
Pesquisador (MSc)  
hcaixeiro@gmail.com



**David Pozo**  
Pesquisador (Postdoc)  
davidpozocamara@gmail.com



**Alexandre Moreira**  
Pesquisador (MSc)  
alexandremoreirads@gmail.com

## Colaboradores



**Luiz Fernando Duarte**  
Pesquisador  
luzfduarte@outlook.com



**André Ramos**  
Pesquisador  
andreramos@aluno.puc-rio.br



**Carlos Andrés Gamboa**  
Pesquisador  
caagamboaro@aluno.puc-rio.br



**Raul Ribeiro**  
Pesquisador (DSc)  
raulribeirosilv@gmail.com



**Guilherme Bodin**  
Pesquisador (MSc)  
guilherme.b.moraes@gmail.com



**Fernanda Basso**  
Pesquisadora  
fefealva@gmail.com



**Ana Carolina Freire**  
CEO Lamps Co  
carolina\_freire@esp.puc-rio.br



**Maria de Fátima Barbosa**  
Pesquisadora (MSc)  
mariadefatimalbarbosa@poli.ufff.br



**Pedro Ferraz**  
Pesquisador  
pedroferraz12@gmail.com



**Pedro Hamacher**  
Pesquisador  
pedrohamacher@gmail.com



**Alessandro Soares**  
Pesquisador (MSc)  
alessandro.sj@gmail.com



**Luiza Ribeiro**  
Pesquisadora (MSc)  
luizabastosrib@gmail.com



**Bruno Reis**  
Pesquisador  
bruno-reis@hotmail.com



**André Milhorange**  
Pesquisador  
andre.milhorange@gmail.com



**Rafaela Ribeiro**  
Pesquisadora  
rafaelamaribeiro@gmail.com



**Mariana Rodrigues**  
Pesquisadora (DSc)  
marianarodrigues.enguerj@gmail.com



**Felipe Lucas Nazaré**  
Pesquisador (MSc)  
felipelucasnazare@gmail.com



**Iago Chávarry**  
Pesquisador  
iagochavarry20@gmail.com



**Marina Dietze**  
Pesquisadora (DSc)  
marinadietzem@gmail.com



**Tomás Gutierrez**  
Pesquisador  
tomasfgutierrez@gmail.com



**Joaquim Garcia**  
Pesquisador (DSc)  
joaquimgarcia@gmail.com

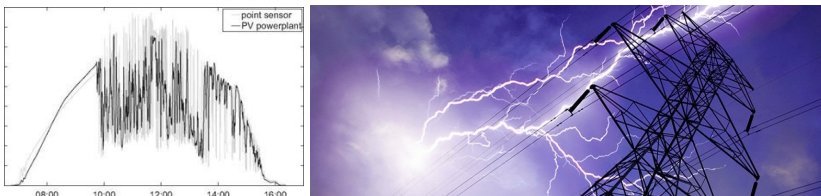
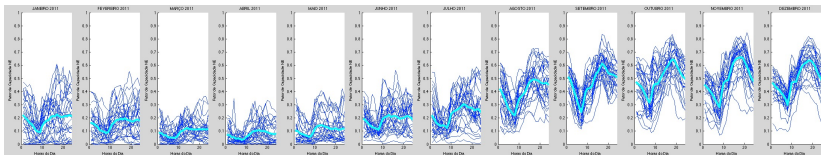
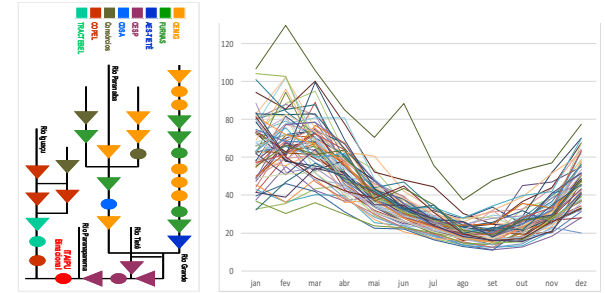
# AGENDA

- O LAMPS
- Formação de preços e distorções



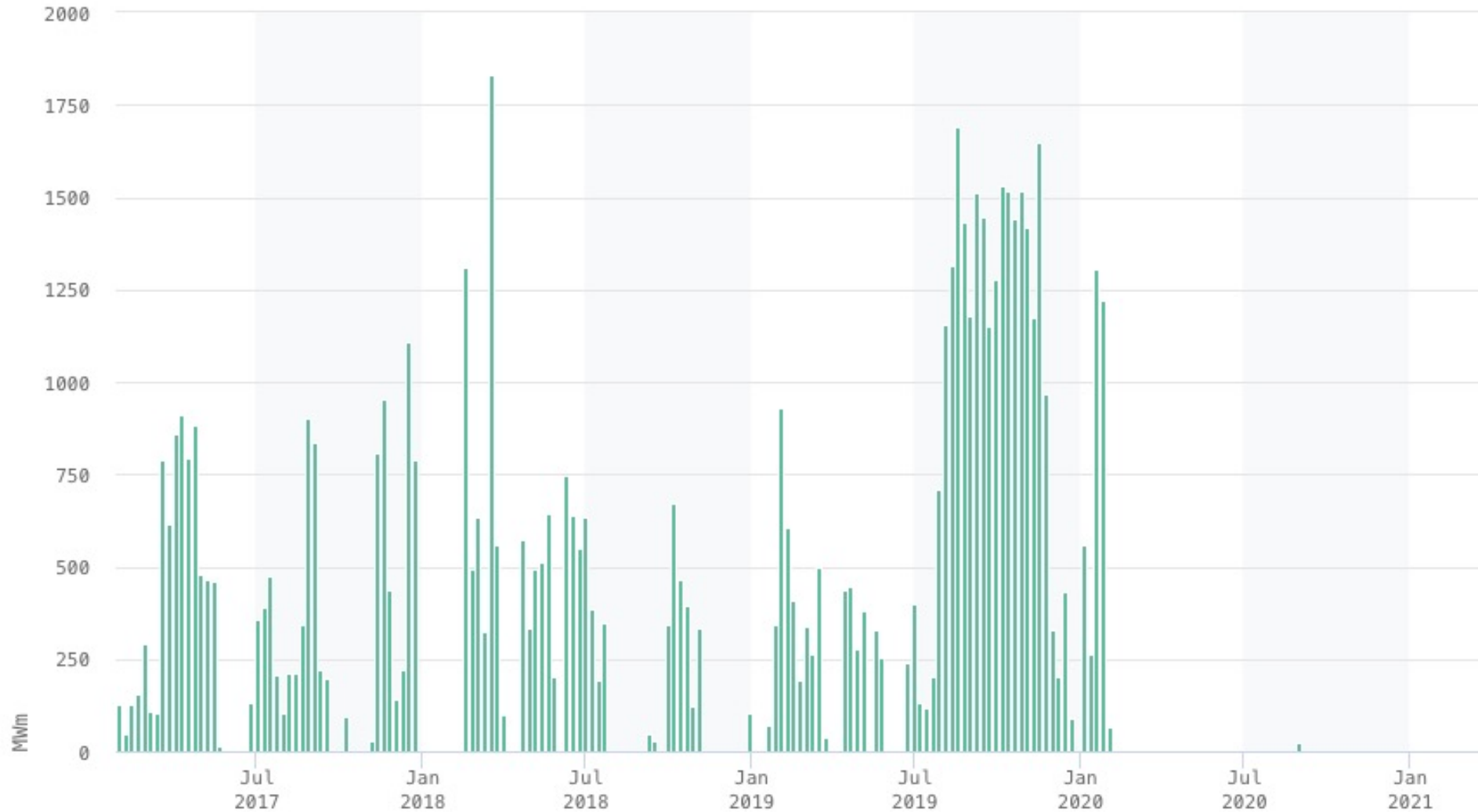


- Desde 2002 o PLD horário está sendo cogitado e testado
- A precificação em base semanal decorre da antiga matriz hidrelétrica com grandes reservatórios
- A consciência ambiental aumentou
- A matriz energética foi modificada
- A quantidade de incerteza aumentou
- Consequência: custos de oportunidade não refletidos no preço e no planejamento da operação

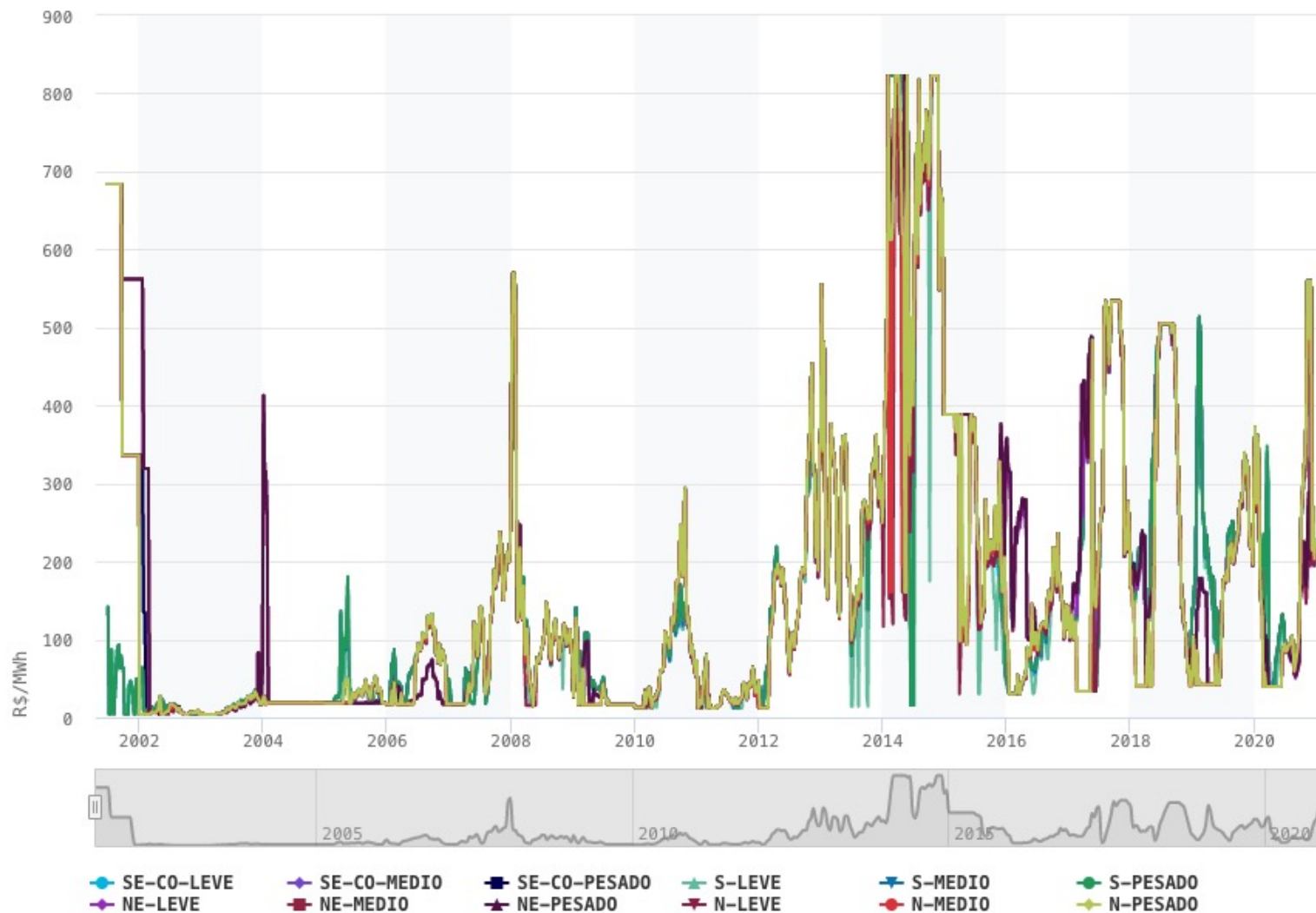




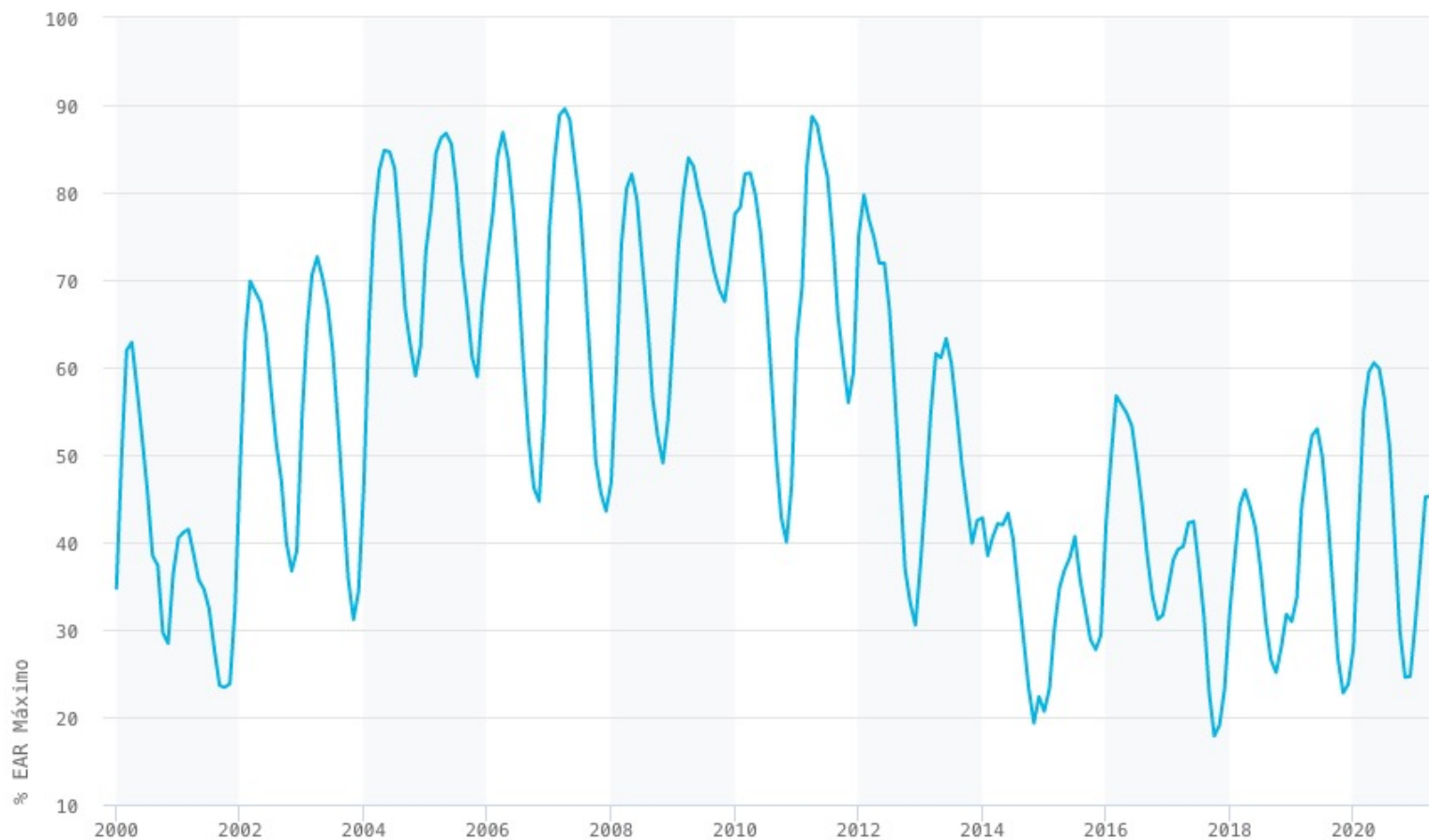
## Despacho termelétrico for a da ordem de mérito



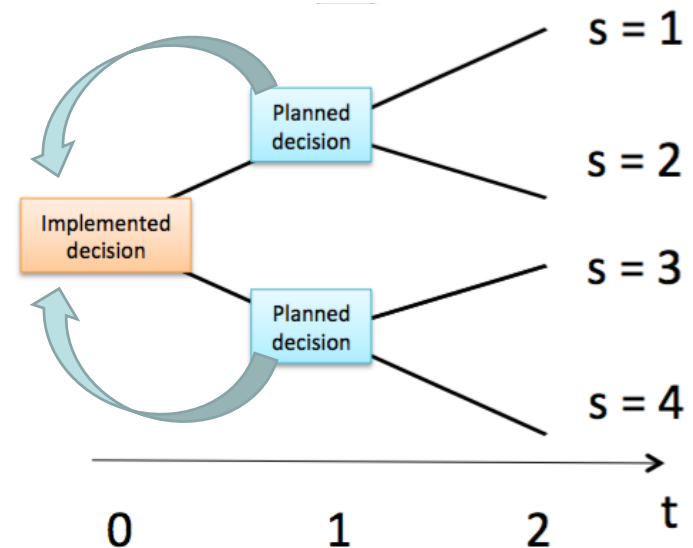
## PLD CCEE Semana Operativa



## EAR MegaWhat Mensal

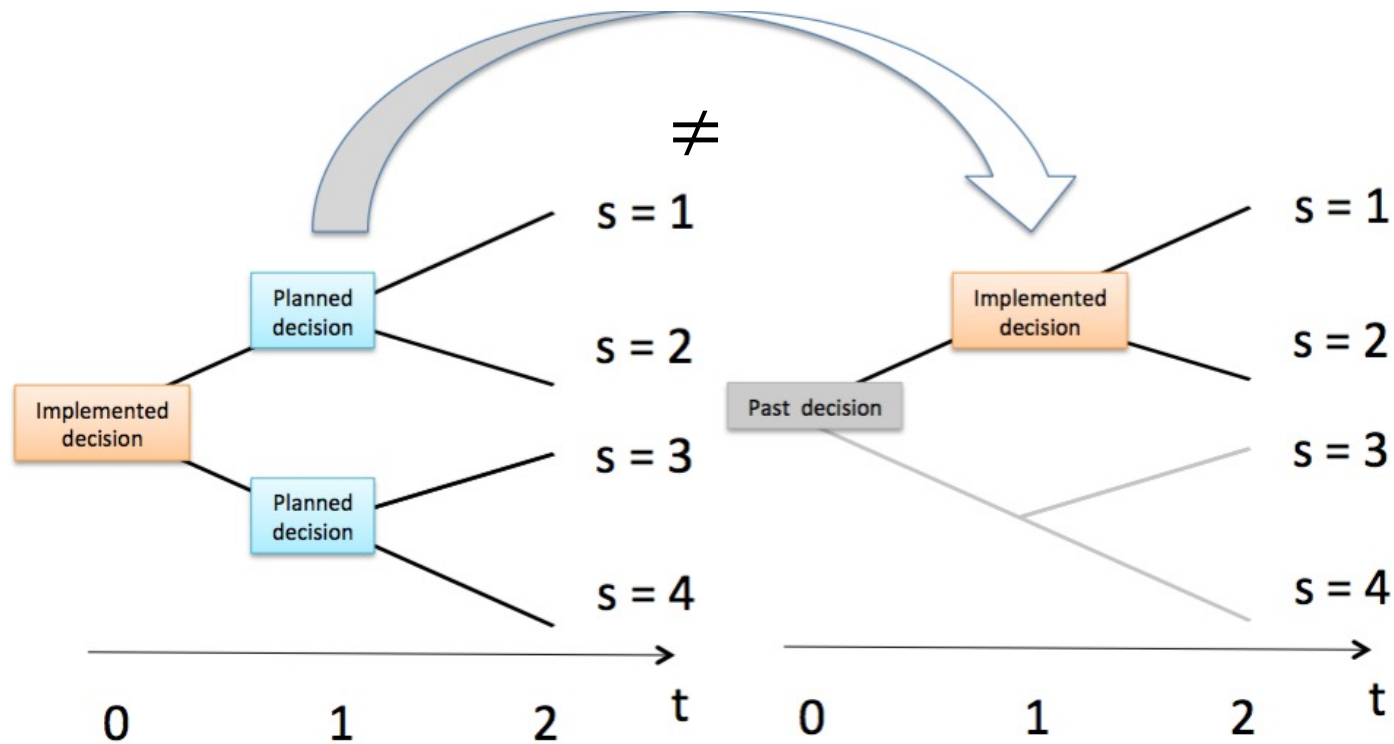


- Objetivam incorporar nas decisões de primeiro estágio (decisões implementadas) as flexibilidade e restrições que a dinâmica das decisões futuras apresentam respeitada a estrutura de revelação das incertezas
- Isso é equivalente a calcular o custo de oportunidade da água. Sabemos que não considerá-lo gera um custo muito alto
  - **Decisões implementadas:** decisões de primeiro estágio condicionais obtidas pelo problema de controle em um dado estado
  - **Decisões planejadas:** aquelas utilizadas para modelar o custo e restrições da dinâmica com que as decisões serão implementadas no futuro





- As decisões planejadas são diferentes do que se implementa



Mesmo que ocorra o mesmo cenário de incerteza

<http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/22609/22609.PDF>

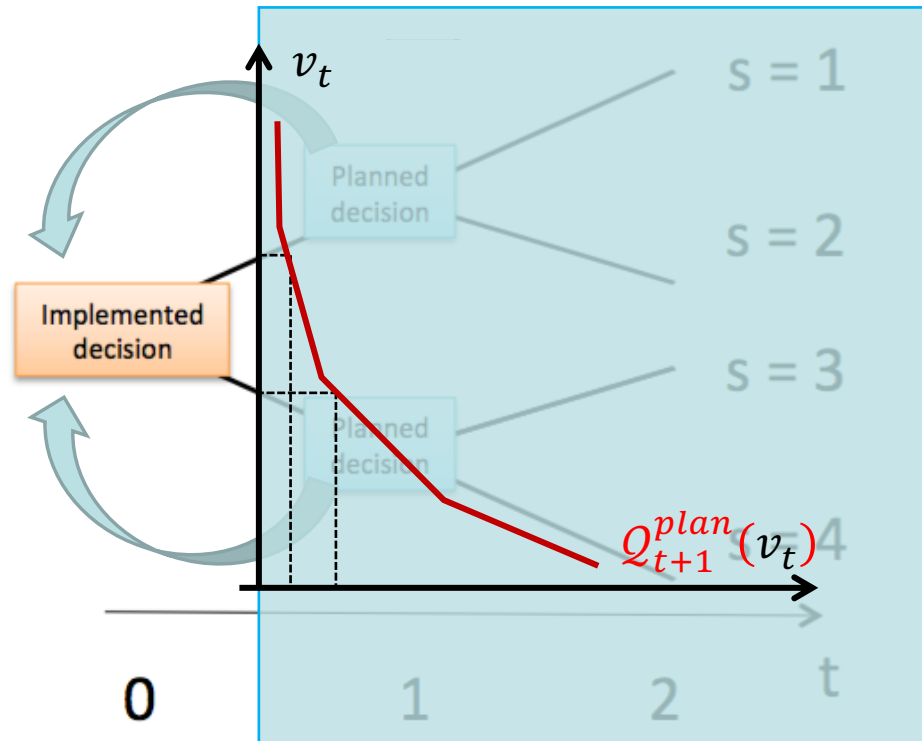
Planejamento da operação do dia seguinte (*Unit Commitment*)  
utilizando o valor da água

(DESSEM)



Cálculo do custo marginal  
de oportunidade do uso  
da água

(NEWAVE+DECOMP)



- Simplificações (Newave)
  - restrições de transmissão, critério de segurança, agregação dos reservatórios, não linearidades (fluxo de potência, curvas de produtividade, unit commitment), estrutura de revelação da informação (hazard-decision)
  - Se não representamos as adversidades de curto prazo, a necessidade de recursos para superá-las não ganha valor nos modelos. Estaremos sempre levando sustos
    - O valor da capacidade de endereçar todas as variações de curto prazo dos reservatórios (hidros) e centrais rápidas não é capturado no valor da água
- Não antecipação de mudanças nos parâmetros de aversão a risco e dados do sistema (demanda, custos, expansão, melhorias, etc)
  - Precisamos de metodologias para atenuar esses efeitos

$$GAP = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^T \sum_{\omega=1}^M c_t^\top g_{t,\omega}^{Imp} - \frac{1}{M} \sum_{t=1}^T \sum_{\omega=1}^M c_t^\top g_{t,\omega}^{Plan}$$

## Assessing the Cost of Time-Inconsistent Operation Policies in Hydrothermal Power Systems

Arthur Brigatto, *Student Member, IEEE*, Alexandre Street <sup>IP</sup>, *Senior Member, IEEE*, and Davi M. Valladão

**Abstract**—The current state-of-the-art method used for medium- and long-term planning studies of hydrothermal power system operation is the stochastic dual dynamic programming (SDDP) algorithm. The computational savings provided by this method notwithstanding, it still relies on major system simplifications to achieve acceptable performances in practical applications. In contrast with its actual implementation, simplifications in the planning stage may induce time-inconsistent policies, and consequently, a suboptimality gap. In this paper, we extend the concept of time inconsistency to measure the effects of modeling simplifications in the SDDP framework for hydrothermal operation planning. Case studies involving simplifications in transmission lines modeling and in security criteria indicate that these source of time inconsistency may result in unexpected reservoir depletion and spikes in energy market spot prices.

**Index Terms**—Hydrothermal power system operation planning, stochastic dual dynamic programming (SDDP), time inconsistency.

### I. INTRODUCTION

representation [9], and nonanticipativity constraints for first-stage decisions<sup>1</sup>, among others. Nevertheless, computational tractability issues prevent ISOs from introducing this level of detail in the medium/long-term operative plans drawn by the SDDP policy. In this scenario, short-term decisions, which make use of the information obtained from long-term studies utilizing the cost-to-go (or recourse) function, are made with inaccurate (inconsistent) information about the future system operation and its own decision process. Therefore, implemented decisions are generally likely to deviate from those obtained in the planning stage, which is the definition of time inconsistency (see [14]–[16]). According to [14], time inconsistency induces to sub-optimality in the decision process that can be measured by the inconsistency gap.

Time consistency of optimal policies is conceptually defined by [14]: “a policy is time consistent if and only if the future planned decisions are actually going to be implemented.” The



- Modelo de Planejamento e Modelo de Implementação
- Estudo controlado para medir o efeito de se operar com outro custo de oportunidade

$$\begin{aligned} \min_{g_t, y_t, f_t} \quad & c_t g_t + Q_{t+1}^{plan}(v_t) \\ \text{Sujeito a:} \quad & A_t g_t + P_t u_t + C_t f_t = d_t \\ & v_t + u_t + s_t = v_{t-1} + w_{t,\omega} \\ & (y_t, g_t, f_t) \in \mathcal{X}_t^{plan} \end{aligned}$$

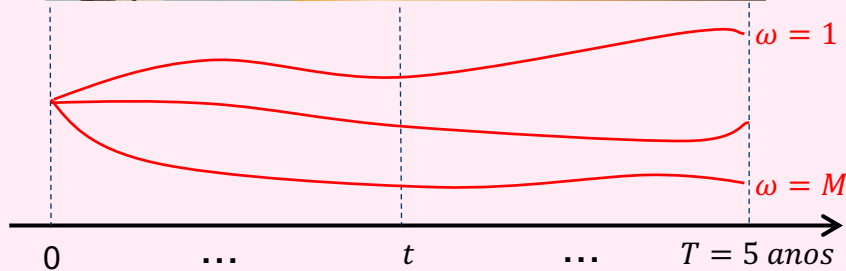
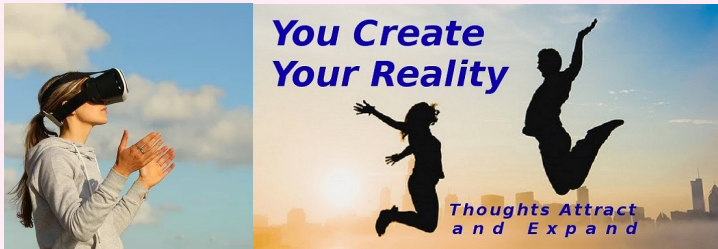
**Modelo de Planejamento**  
(Geralmente mais simplificado)  
Para calcular o valor da água  
**Produz uma política de planejamento**  
(Geralmente inviável)

$$\begin{aligned} \min_{g_t, y_t, f_t} \quad & c_t g_t + Q_{t+1}^{plan}(v_t) \\ \text{Sujeito a:} \quad & A_t g_t + P_t u_t + C_t f_t = d_t \\ & v_t + u_t + s_t = v_{t-1} + w_{t,\omega} \\ & (y_t, g_t, f_t) \in \mathcal{X}_t^{imp} \end{aligned}$$

**Modelo inconsistente de implementação**  
(Geralmente mais detalhado em t)  
Para tomar a decisão em t somente  
**Produz uma política inconsistente de implementação – Ceteris Paribus**

# O efeito de um viés otimista no valor da água

Expectativa = política planejada



$$\mathcal{P}(\{Q_{t+1}^S\}_{t=1}^T, \{x_t^S\}_{t=1}^T, \{w_{t,\omega}\}_{t,\omega=1}^{T,M}) \leftarrow \{g_{t,\omega}^{Plan}\}_{t,\omega=1}^{T,M}$$

$$g_{t,\omega}^{Plan} \leftarrow \arg \min_{g_t, y_t, f_t} c_t^T g_t + \beta Q_{t+1}^S(v_t)$$

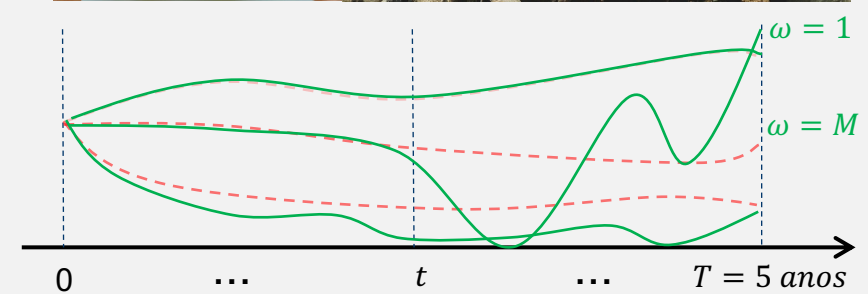
Sujeito a:

$$A_t g_t + P_t u_t + C_t f_t = d_t$$

$$v_t + u_t + s_t = v_{t-1} + w_{t,\omega}$$

$$(u_t, s_t, g_t, f_t) \in x_t^S$$

Operação real = política implementada



$$\mathcal{P}(\{Q_{t+1}^S\}_{t=1}^T, \{x_t^D\}_{t=1}^T, \{w_{t,\omega}\}_{t,\omega=1}^{T,M}) \leftarrow \{g_{t,\omega}^{Imp}\}_{t,\omega=1}^{T,M}$$

$$g_{t,\omega}^{Imp} \leftarrow \arg \min_{g_t, y_t, f_t} c_t^T g_t + \beta Q_{t+1}^S(v_t)$$

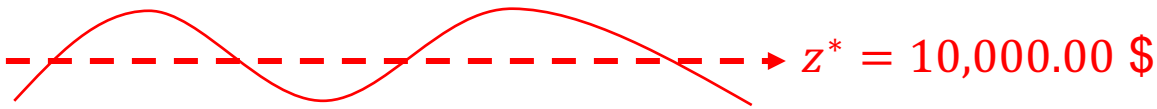
Sujeito a:

$$A_t g_t + P_t u_t + C_t f_t = d_t$$

$$v_t + u_t + s_t = v_{t-1} + w_{t,\omega}$$

$$(u_t, s_t, g_t, f_t) \in x_t^D$$

# O planejamento deve ou não considerar a rede elétrica?



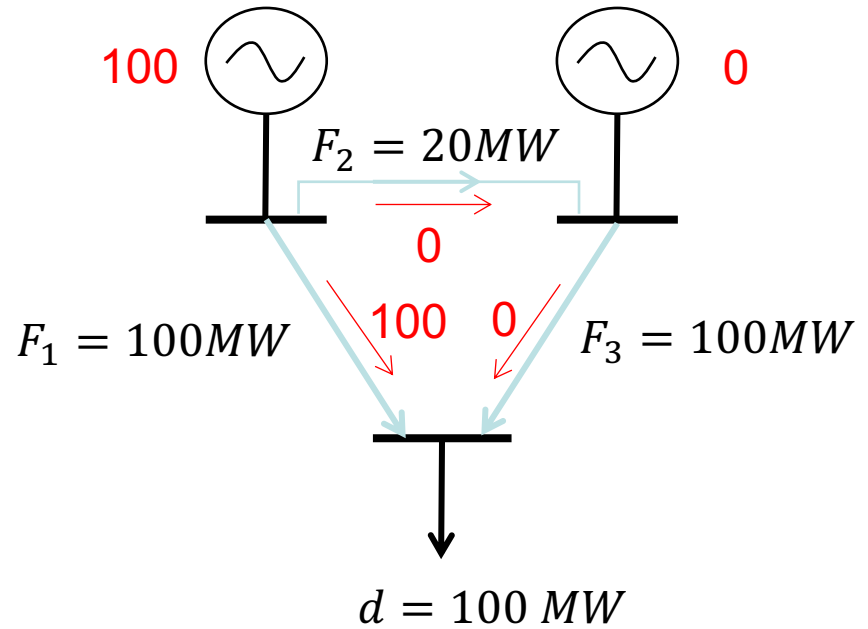
$$\min_{g_i \geq 0, f_i} 100g_1 + 150g_2$$

s.a:

$$\begin{aligned} g_1 \quad & -f_1 - f_2 & = & 0 \\ g_2 \quad & +f_2 - f_3 & = & 0 \\ & f_1 + f_3 & = & 100 \\ & |f_1| & \leq & 100 \\ & |f_2| & \leq & 20 \\ & |f_3| & \leq & 100 \\ g_1 & & \leq & 110 \\ g_2 & & \leq & 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_1 &= 110 \text{ MW} \\ c_1 &= 100 \text{ R\$/MWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_2 &= 100 \text{ MW} \\ c_2 &= 150 \text{ R\$/MWh} \end{aligned}$$



# O planejamento deve ou não considerar a rede elétrica?



Um restrição por ciclo:

$$f_1 = \theta_1 - \theta_3$$

$$f_2 = \theta_1 - \theta_2$$

$$f_3 = \theta_2 - \theta_3$$

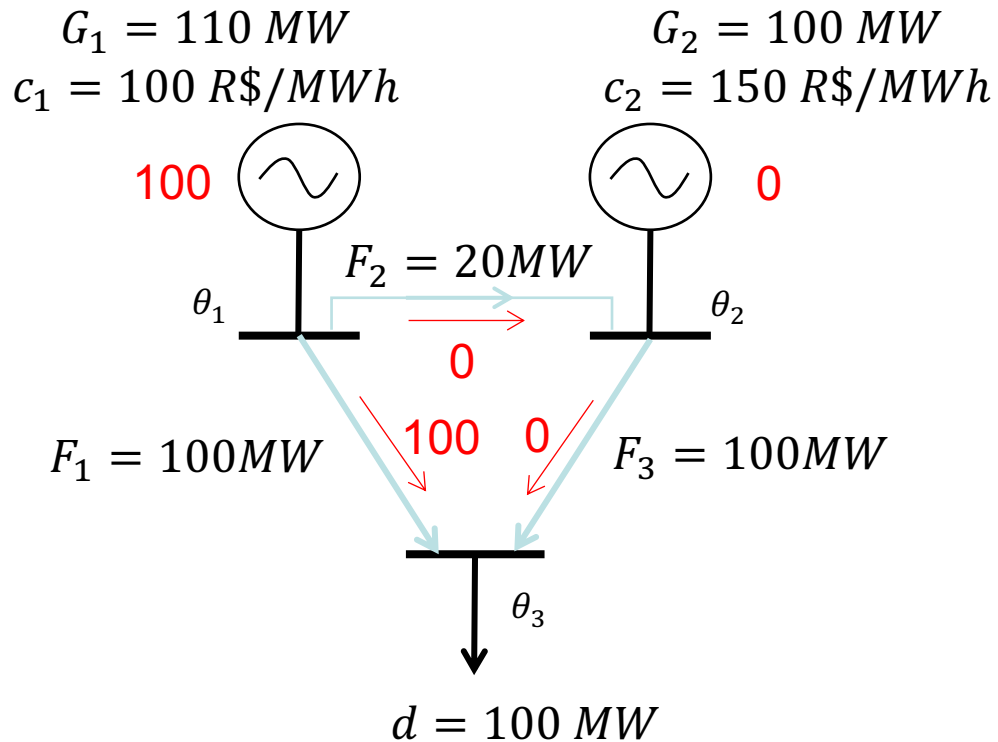
Logo  $f_1 - f_2 = f_3$  ou

$$f_2 = f_1 - f_3$$

Devido à restrição acima e ao limite do fluxo na linha 2:

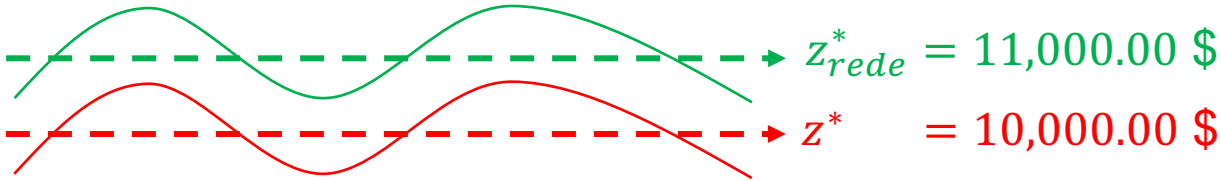
$$-20 \leq f_1 - f_3 \leq 20$$

O despacho ótimo sem rede é inviável





# O planejamento deve ou não considerar o critério n-1?



$$z^* = \min_{g_i \geq 0, f_l} 100g_1 + 150g_2$$

$t$

s.a:

$g_1$	$-f_1 - f_2$	$= 0$	<b>KCL</b>
$g_2$	$+f_2 - f_3$	$= 0$	
	$f_1 + f_3$	$= 100$	

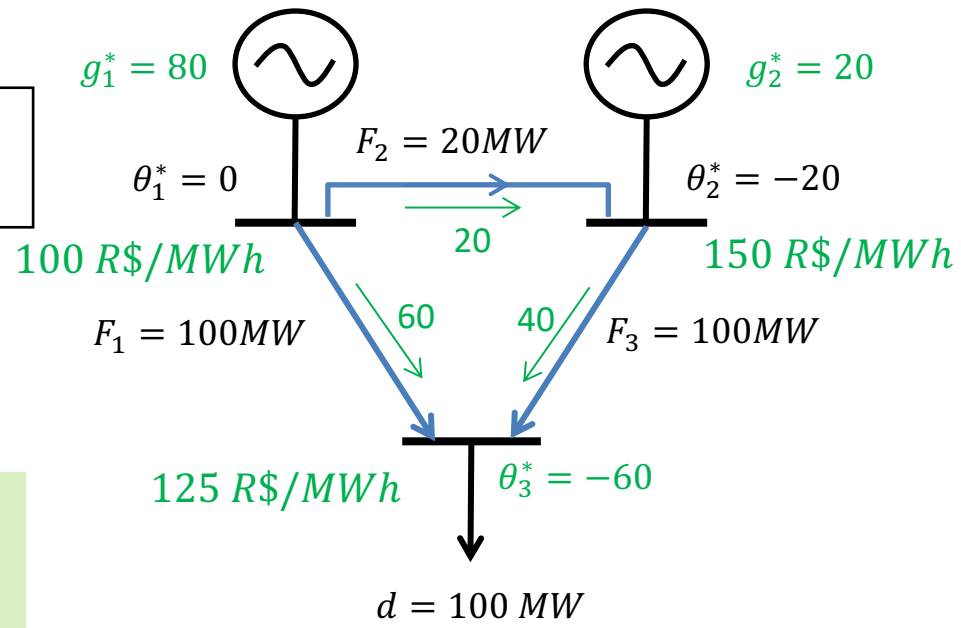
$ f_1 $	$\leq 100$
$ f_2 $	$\leq 20$
$ f_3 $	$\leq 100$

$g_1$	$\leq 110$
$g_2$	$\leq 100$

$f_1$	$-\theta_1$	$+\theta_3 = 0$	<b>KVL</b>
$f_2$	$-\theta_1 + \theta_2$	$= 0$	
$f_3$	$-\theta_2 + \theta_3 = 0$		

$G_1 = 110 \text{ MW}$   
 $c_1 = 100 \text{ \$/MWh}$

$G_2 = 100 \text{ MW}$   
 $c_2 = 150 \text{ \$/MWh}$



# O planejamento deve ou não considerar a rede elétrica?



$$z^* = \min_{\substack{g_i \geq 0, f_l, \theta_b \\ (g_i \geq 0, f_l, \theta_b)_k}} 100g_1 + 150g_2 + 1000g_3$$

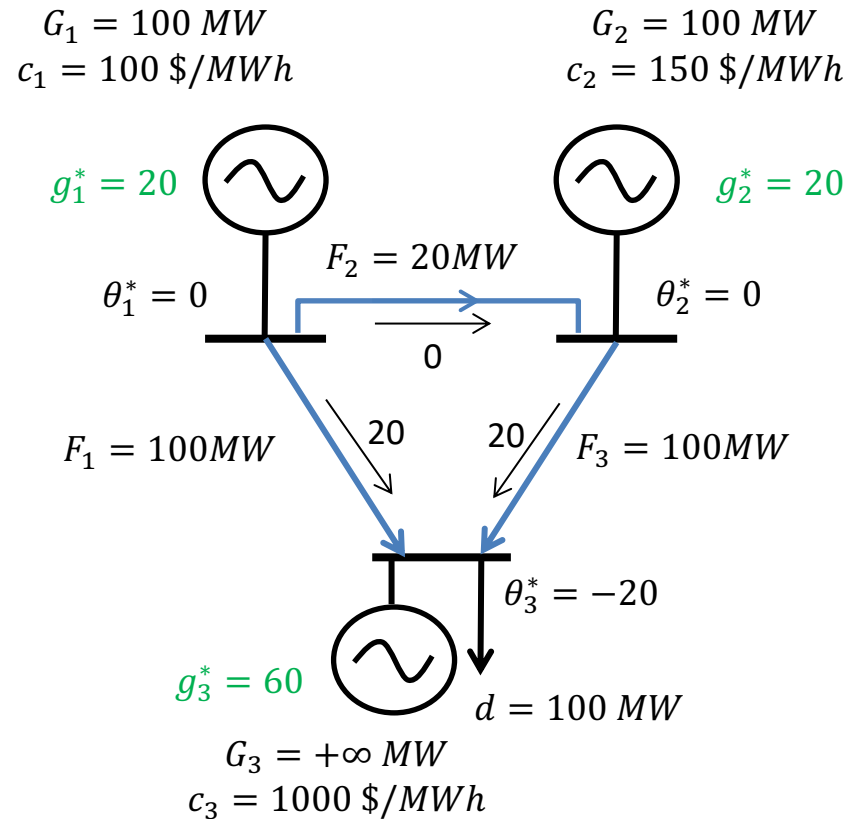
s.a: FPO no caso pré-contingência (0)

$$\begin{array}{rcl} g_1 & -f_1 - f_2 & = 0 \\ g_2 & +f_2 - f_3 & = 0 \\ g_3 + f_1 & + f_3 & = 100 \\ |f_1| & & \leq 100 \\ |f_2| & & \leq 20 \\ |f_3| & & \leq 100 \\ g_1 & & \leq 110 \\ g_2 & & \leq 100 \\ f_1 & -\theta_1 & + \theta_3 = 0 \\ f_2 & -\theta_1 + \theta_2 & = 0 \\ f_3 & -\theta_2 + \theta_3 & = 0 \end{array}$$

FPO no caso pós-contingência (1)

FPO no caso pós-contingência (n)

$$z^* = 65,000.00 \$$$



# Exemplo de efeitos colaterais do viés otimista no valor da água

## Simplificações nas restrições de transmissão e n-1

- O efeito acumulado não é desprezível



XXIV SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

GRUPO - 9

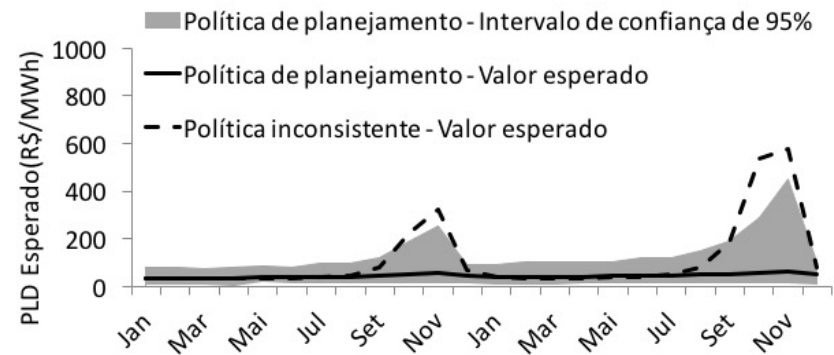
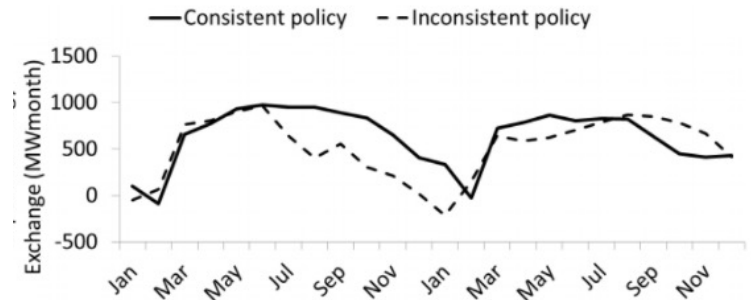
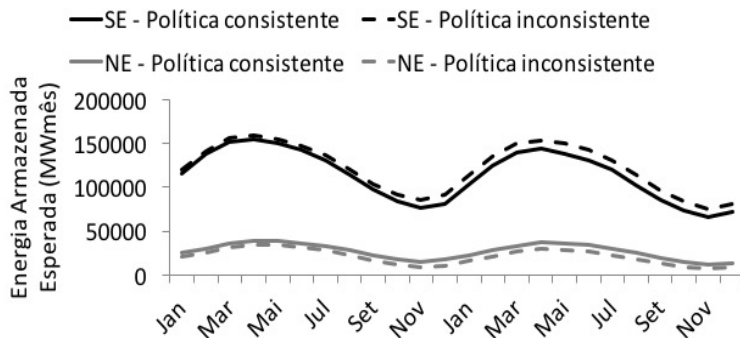
GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP

Cootimização de Energia e Serviços Ancilares no Planejamento da Operação de Sistemas Hidrotérmicos

Arthur Brigatto  
PUC-Rio

Alexandre Street(\*)  
PUC-Rio

Davi M. Valladão  
PUC-Rio



<http://www.lamps.ind.puc-rio.br/publicacao/artigo-snp tee-custo-inconsistencia/>

# Exemplo de efeitos colaterais do viés otimista no valor da água

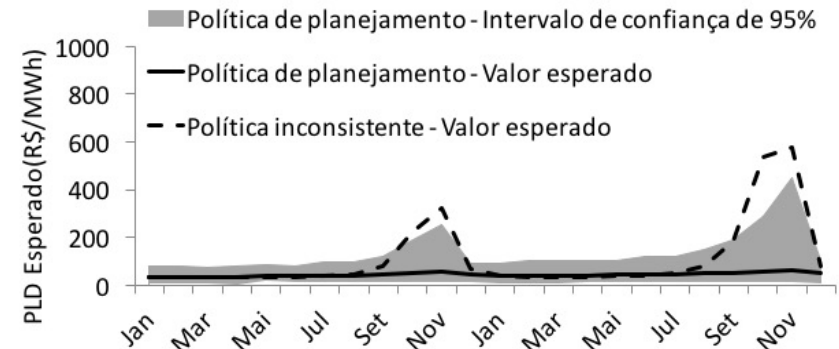
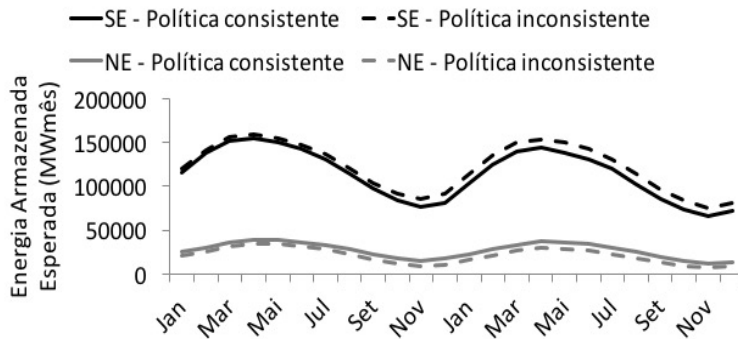
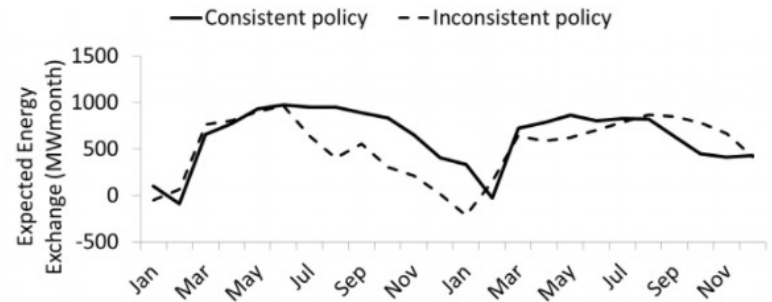
## Simplificações nas restrições de transmissão e n-1

- O efeito acumulado não é desprezível

TABLE III

COST COMPARISON: INCONSISTENT VS PLANNING POLICIES (MMR\$).

	GAP	Planning policy	Inconsistent policy	Consistent policy
95% CI upper bound	3,890.89	3,407.20	7,165.59	3,675.77
Sample average	3,686.43	3,303.18	6,989.61	3,566.79
95% CI lower bound	3,481.99	3,199.15	6,813.63	3,457.80





# Exemplo de efeitos colaterais do viés otimista no valor da água

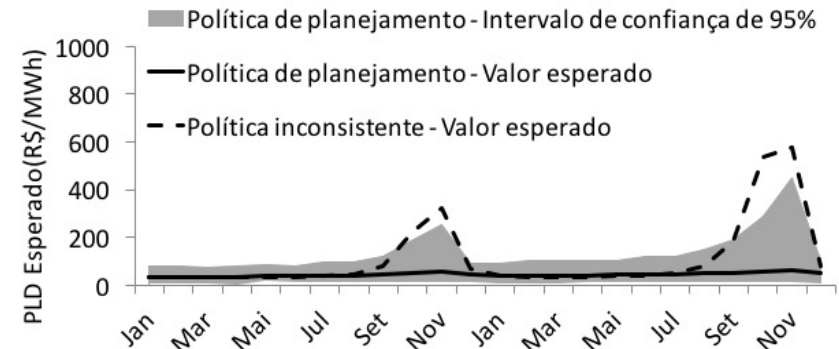
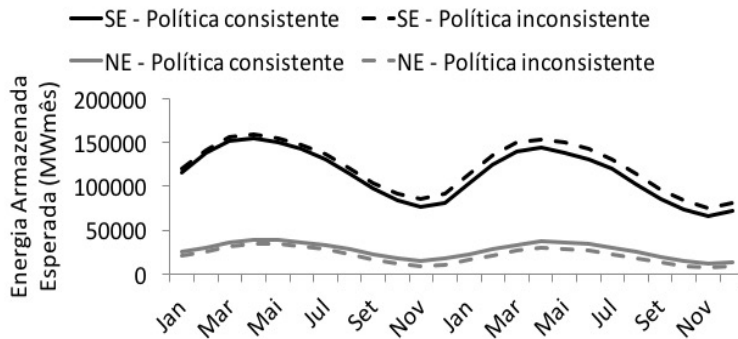
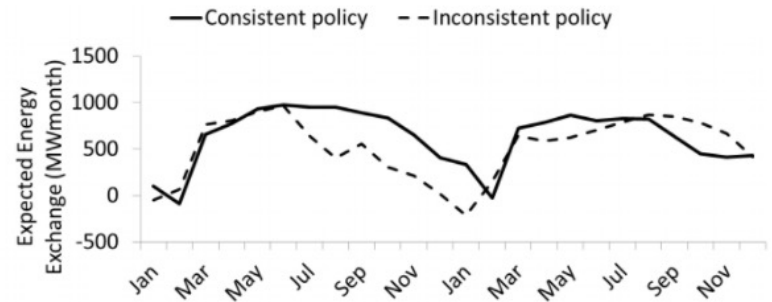
## Simplificações nas restrições de transmissão e n-1

- O efeito acumulado não é desprezível

TABLE III

COST COMPARISON: INCONSISTENT VS PLANNING POLICIES (MMR\$).

	GAP	Planning policy	Inconsistent policy	Consistent policy
95% CI upper bound	3,890.89	3,407.20	7,165.59	3,675.77
Sample average	111%	3,303.18	6,989.61	+8%
95% CI lower bound	3,481.99	3,199.15	6,813.63	3,457.80

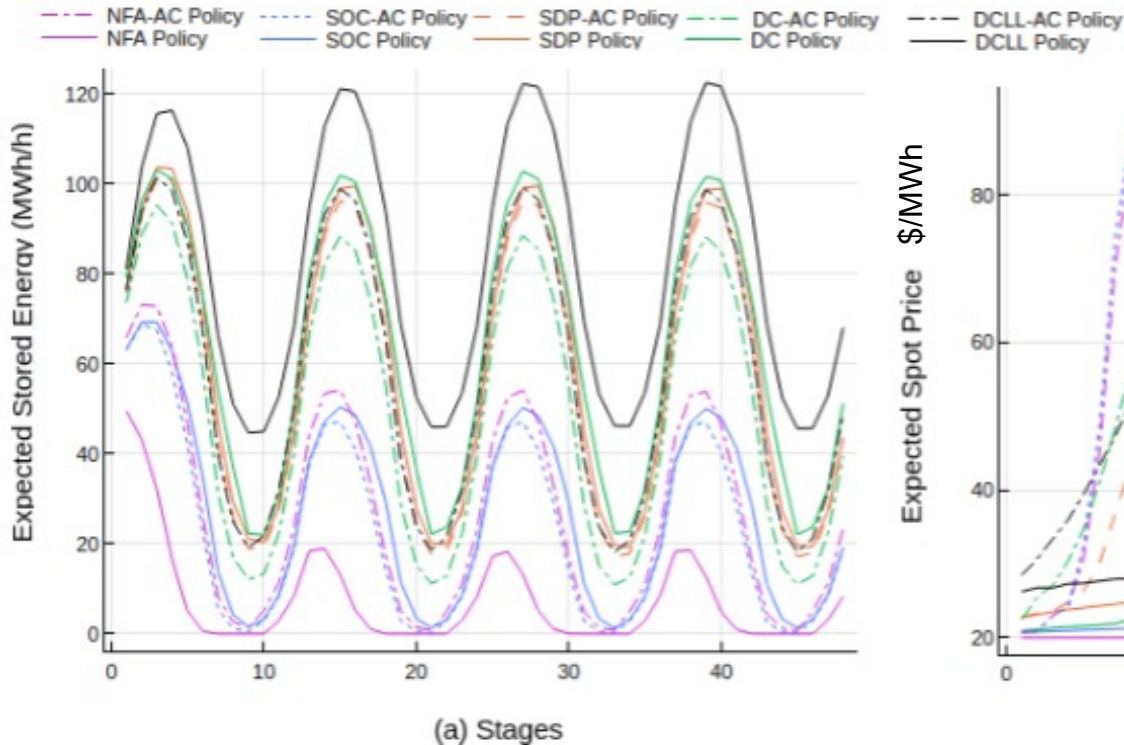


# Exemplo de efeitos colaterais do viés otimista no valor da água

## Simplificações nas restrições de rede

- Planejamento: NFA, DC, DC-LL, SOCP, SDP
- Implementação: AC
- Sistema pequeno com um grande ciclo

Policy (plan,imp)	Planning (10 <sup>6</sup> \$)	Implementation (10 <sup>6</sup> \$)	GAP (%)	Time (min.)
NFA-AC	43.2317	54.7234	26.4	5.40
SOC-AC	45.0477	54.9197	21.7	23.92
SDP-AC	45.4524	48.2853	6.1	47.47
DC-AC	43.3940	48.8891	12.5	5.41
DCLL-AC	45.4158	48.0700	5.68	16.09



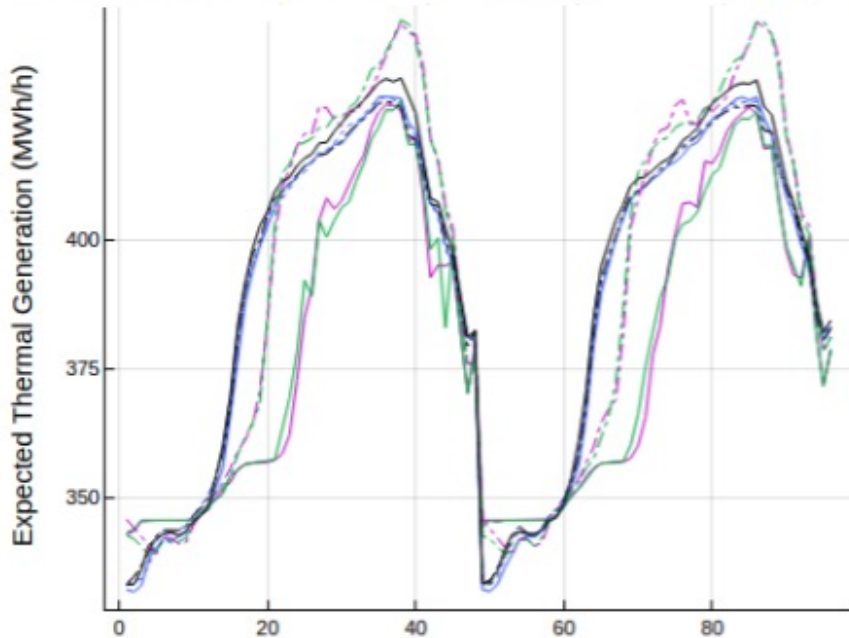
# Exemplo de efeitos colaterais do viés otimista no valor da água

## Simplificações nas restrições de rede

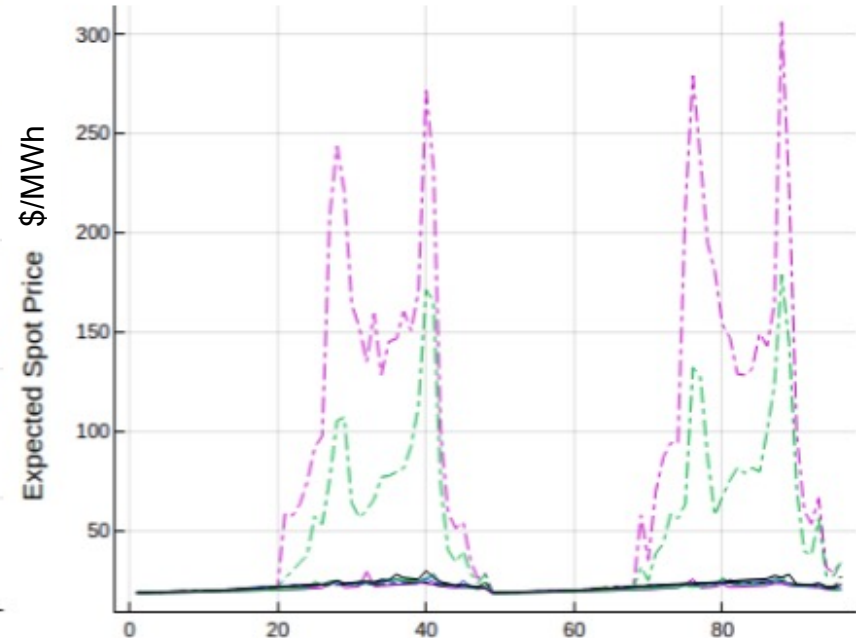
- Planejamento: NFA, DC, DC-LL, SOCP, SDP
- Implementação: AC
- Sistema maior (28 barras - Bolívia), com menos ciclos e mais perdas

Policy (plan,imp)	Planning (10 <sup>6</sup> \$)	Implementation (10 <sup>6</sup> \$)	GAP (%)	Time (min.)
NFA-AC	0.58687	0.68735	17.067	4.67
SOC-AC	0.60818	0.60935	0.193	119.23
DC-AC	0.58714	0.64523	9.855	5.22
DCLL-AC	0.61310	0.60941	-0.602	54.33

--- SOC-AC Policy    - - - DC-AC Policy    - - - NFA-AC Policy    - - - DCLL-AC Policy  
— SOC Policy        — DC Policy        — NFA Policy        — DCLL Policy

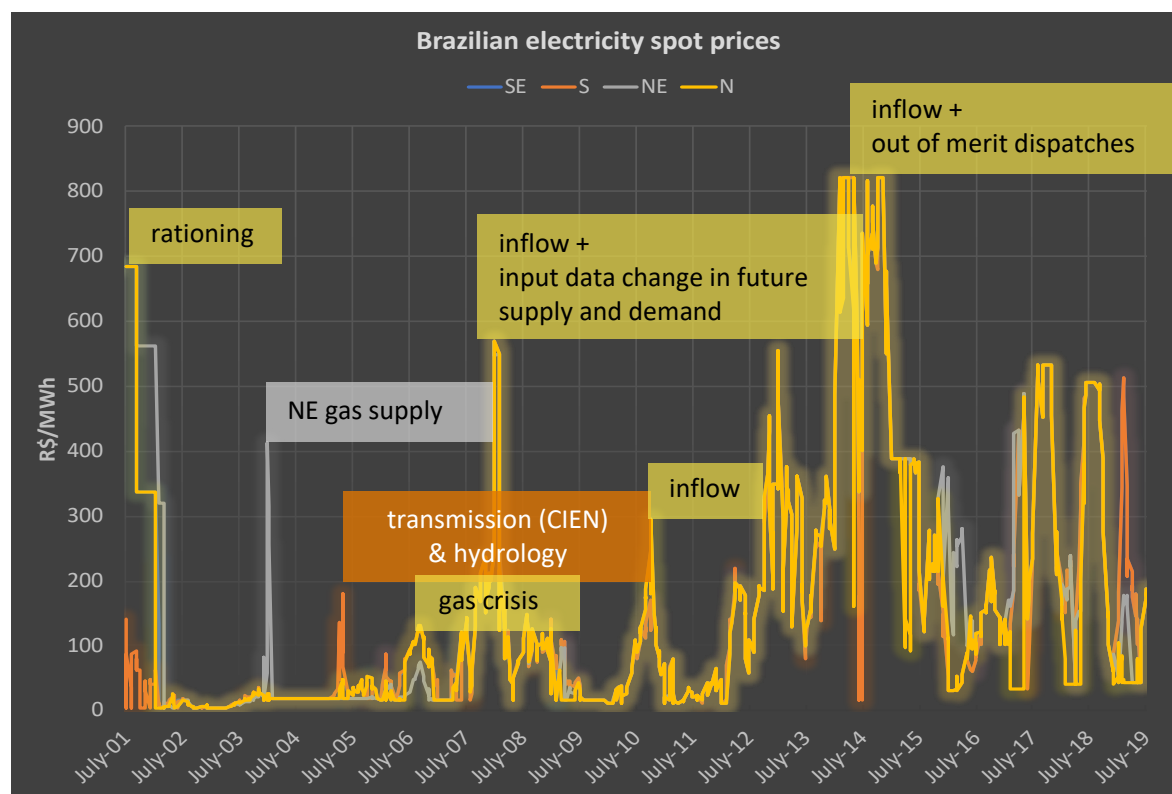


(a) Stages



(b) Stages

- Grande parte da volatilidade que observamos nos preços e geração térmica é amplificada pela inconsistência no valor da água
- GSF sistematicamente abaixo de 1
  - Judicialização do setor
- PLD's imprevisíveis com incerteza desproporcional:
  - Redução de atratividade e financiabilidade
  - alto custo de hedge
  - barreira de entrada





- Garantias físicas que não refletem a operação
- COP, CEC e ICB's distorcidos: sinal errado para expansão (agravado com PLD horário se não corretamente considerado em modelos de longo-prazo)
- Leilões alocando recursos de longo prazo de maneira inconsistente (otimista)
- Falta de um simulador para avaliar o planejamento da operação
- Independência do operador para selecionar o seu modelo e poder ser cobrado por resultado
- **Os desvios entre o DESSEM vs Pós-DESSEM são medidos pelo ONS, mas os desvios Newave-Decomp vs DESSEM não**
- **A sensibilidade das soluções com relação ao valor da água pode mudar bastante a solução**



## Laboratory of Applied Mathematical Programming and Statistics