

# MODELO DE OTIMIZAÇÃO DE CONTRATAÇÃO DE ENERGIA PARA CONSUMIDORES LIVRES E ESPECIAIS

Grupo 6 / Guilherme  
Borin da Silva



# FRONTEIRA EFICIENTE DE MARKOWITZ



## Harry Markowitz

$$R_p = \sum_{i=1}^N r_i W_i$$

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_i \sum_j W_i W_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}}$$

$r_i$  : Retorno médio do ativo  $i$

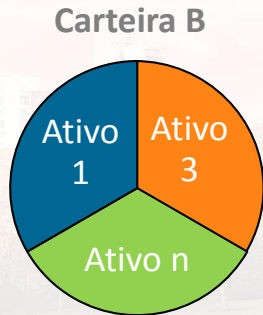
$W_i$  : Peso médio do ativo  $i$

$\sigma$  = Desvio Padrão

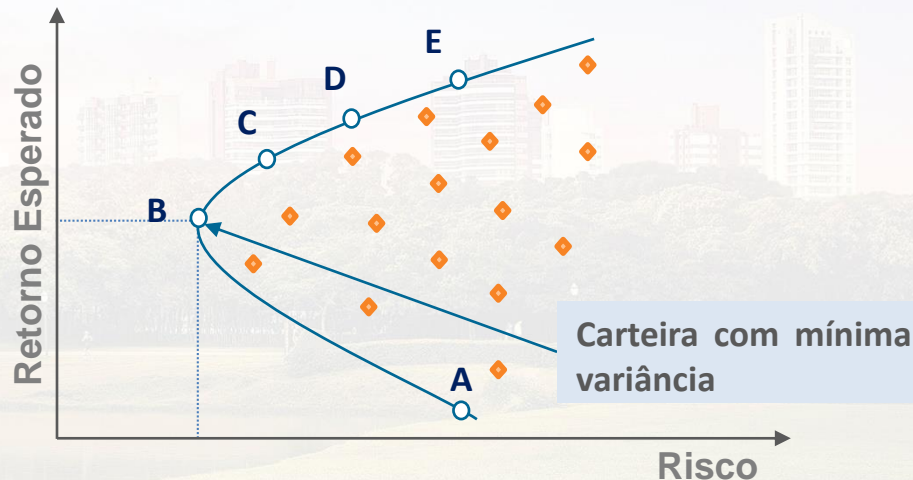
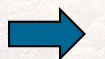
$\rho$  = Correlação entre os dois ativos



1ª FASE

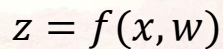


2ª FASE





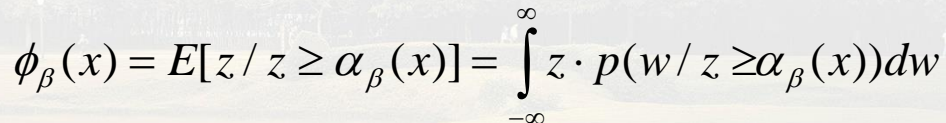
## Distribuição de Perdas



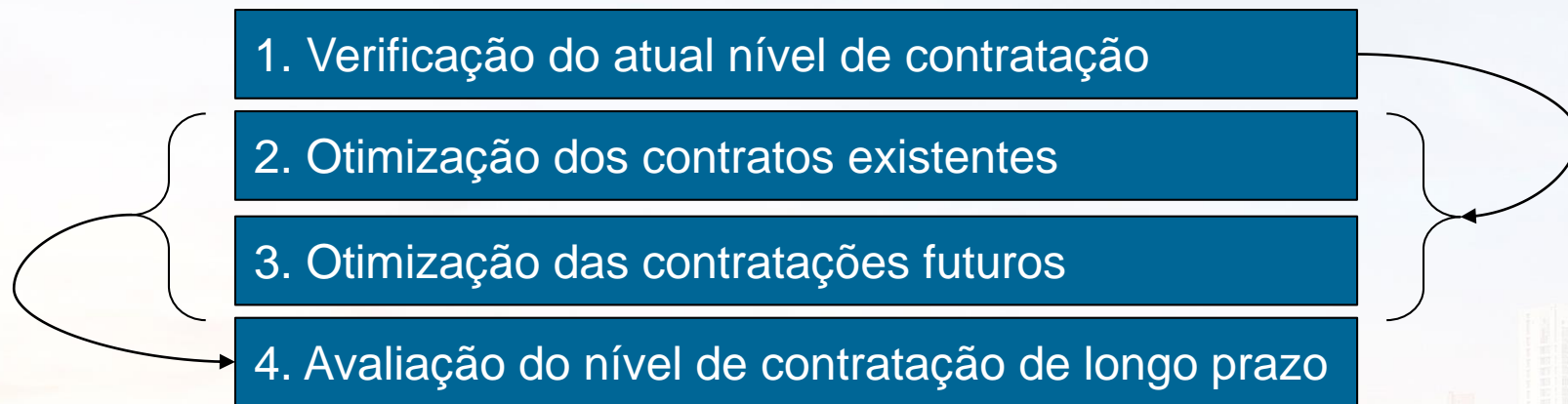
$$\beta = \int_{-\infty}^{\alpha} z(x, w) dw = prob(z \leq \alpha_{\beta})$$

$$1-\beta = \int_{\alpha}^{\infty} z(x, w) dw = prob(z \geq \alpha_{\beta})$$

## Distribuição de Perdas



## MODELO DE OTIMIZAÇÃO



- Balanço de compra e venda
- Verificação da flexibilidade
- Fonte para passos 2 e 3

# MODELO DE OTIMIZAÇÃO

## 2. Otimização dos contratos existentes

$$Flex_a = \begin{cases} 1 + flex_a, & PMC_a \leq \min(PLD_a; PF_a) \\ 1 - flex_a, & PMC_a > \min(PLD_a; PF_a) \end{cases}$$

$$MWm_a = MWmed_{flat} \times Flex_a$$

onde:

$flex_a$  = Flexibilidade anual

$PMC_a$  = Preço Médio Anual dos Contratos existentes

$PLD_a$  = expectativa dos PLDs mensais para o ano

$PF_a$  = expectativa do Preço de Mercado para o ano

$MWm_{flat}$  = Volume de energia 100% contratada, sem a flexibilidade



## MODELO DE OTIMIZAÇÃO

### 3. Otimização dos contratos futuros

1. Verificação do preço do submercado da carga
2. Verificação do preço em outros submercados
3. Listar opções de produtos
4. Otimizar formação do portfólio de contratos futuros



# OTIMIZAÇÃO DAS CONTRATAÇÕES FUTURAS

Produtos com preços reajustados (expectativa IGP-M)

Produto	Suprimento	Preço médio do produto	Preços do produto por ano		
			2017	2018	2019
Produto 1	2017	258,83	258,83		
Produto 2	2018	179,16		179,16	
Produto 3	2019	184,77			184,77
Produto 4	2017-2018	219,98	215,12	224,85	
Produto 5	2018-2019	182,00		177,91	186,09
Produto 6	2017-2019	208,97	199,75	208,78	218,38

Restrições:

- Na compra de energia de produtos com dois anos de duração, o montante de um dos dois anos não pode ser inferior a 50% do maior montante contratado entre os dois anos.
- Na compra de energia de produtos com três anos de duração, o montante de dois dos três anos não pode ser inferior a 50% do maior montante contratado entre os três anos.

## Função Objetivo:

$$\text{Min CF} = \{(xP_{1,1} + xP_{2,1} + xP_{3,1} + xP_{4,1} + xP_{5,1} + xP_{6,1})A_1 + (xP_{1,2} + xP_{2,2} + xP_{3,2} + xP_{4,2} + xP_{5,2} + xP_{6,2})A_2 + (\dots)A_n\}$$

Onde:

$\text{Min CF}$  = Mínimo custo de contratação futura

$xP_{n,A}$  = percentual de energia do produto  $P_n$  contratada para o ano  $A$

$A_n$  = ano de suprimento

196,71 R\$/MWh

## MODELO DE OTIMIZAÇÃO

### 4. Avaliação do nível de contratação de longo prazo

$$Rel_{NC\ LP} = \left[ \frac{\left( \frac{RT_{NC\ 0}}{RT_{NC\ x}} \right)}{\left( \frac{CT_{NC\ 0}}{CT_{NC\ x}} \right)} - 1 \right]$$

#### Onde

$Rel_{NC\ LP}$  = Relação entre a evolução do risco de exposição e o custo total de contratação

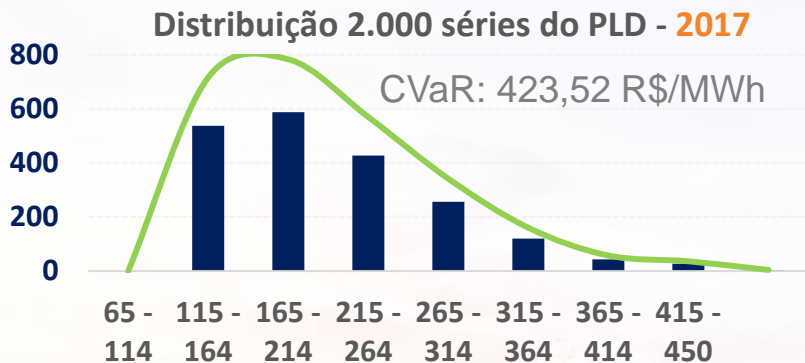
$RT_{NC\ 0}$  = Risco de exposição inicial, valorado ao CVaR das 2.000 séries do PLD

$RT_{NC\ x}$  = Risco de exposição remanescente após nova contratação, valorado ao CVaR das 2.000 séries do PLD

$CT_{NC\ 0}$  = Total do custo com contratações existentes e exposição inicial, valorado ao P80 das 2.000 séries do PLD

$CT_{NC\ x}$  = Total do Custo com contratações (existentes e futuras) e custo de exposição remanescente

## RESULTADO DO NÍVEL DE CONTRATAÇÃO



Dados estimados entre março e abril de 2017

## 2017



### — Relação Custo Vs Risco COM Penalidade

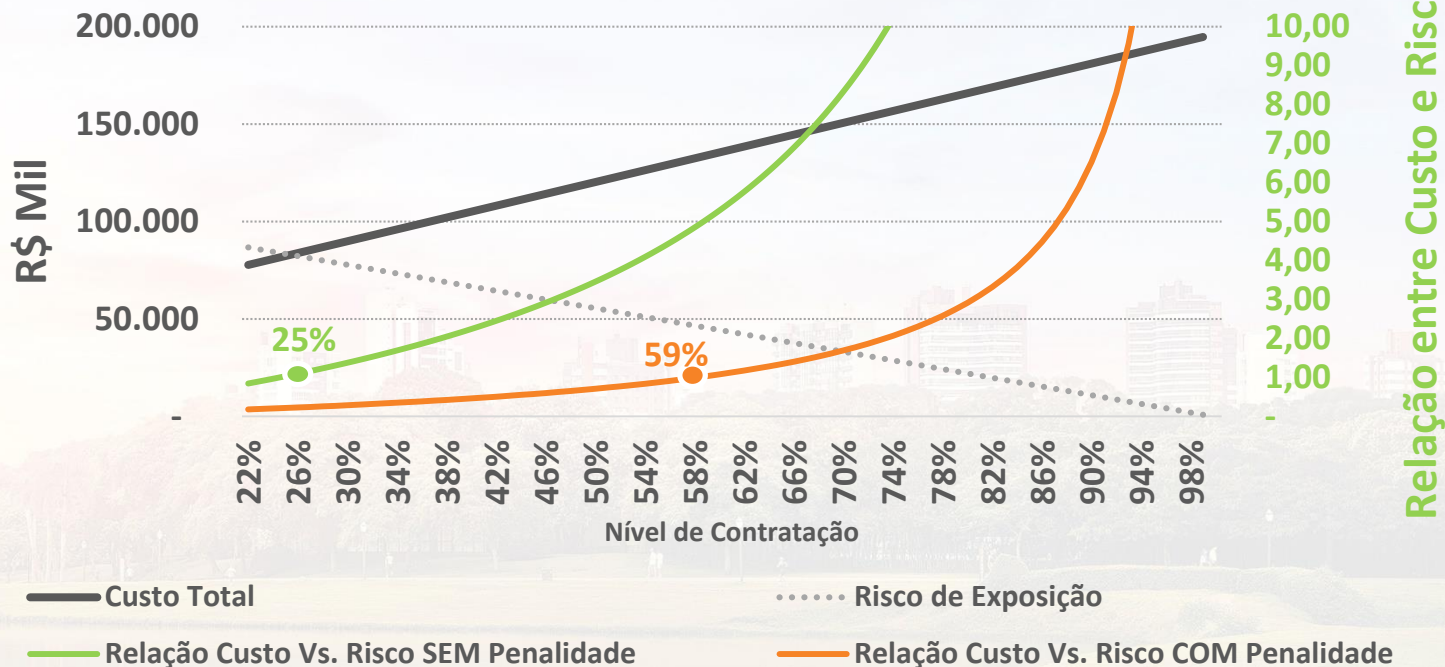


# 2018



### — Relação Custo Vs Risco COM Penalidade

# 2019



## CONCLUSÃO

Como resultado, por meio da relação entre o aumento do custo e redução do risco, em decorrência do aumento da contratação de energia através de contratos de longo prazo, obteve-se o menor nível de contratação anual recomendável ao consumidor.

Uma vez que a penalidade por falta de lastro contribui para o aumento dos custos, o consumidor poderá compor o restante do seu consumo futuro através de novos produtos.

## Guilherme Borin da Silva

---

 (11) 3175-6422

 (11) 98141-8855

 [gempi\\_gmag@ccee.org.br](mailto:gempi_gmag@ccee.org.br)

 [www.ccee.org.br](http://www.ccee.org.br)