

# Interdependência entre a Repactuação do Risco Hidrológico e Aversão ao Risco

Hugo Nunes  
Pablo Ribeiro  
Laura Gunn  
Raphael Carvalho  
Gustavo Carvalho

---



# INTRODUÇÃO

- O Sistema hidrotérmico brasileiro tem despacho centralizado baseado na minimização de custos e, consequente, formação de preço definido por modelos computacionais (Newave/Decomp).
- Modelos buscam solução ótima considerando ainda aversão do risco de déficit pela sociedade por meio da metodologia conhecida como CVaR. Essa metodologia consiste na ponderação dos casos mais críticos de vazão na etapa de otimização da política operativa.
- Assim a função objetivo passa a ser composta pela combinação convexa entre o valor esperado e o CVaR do custo operativo.

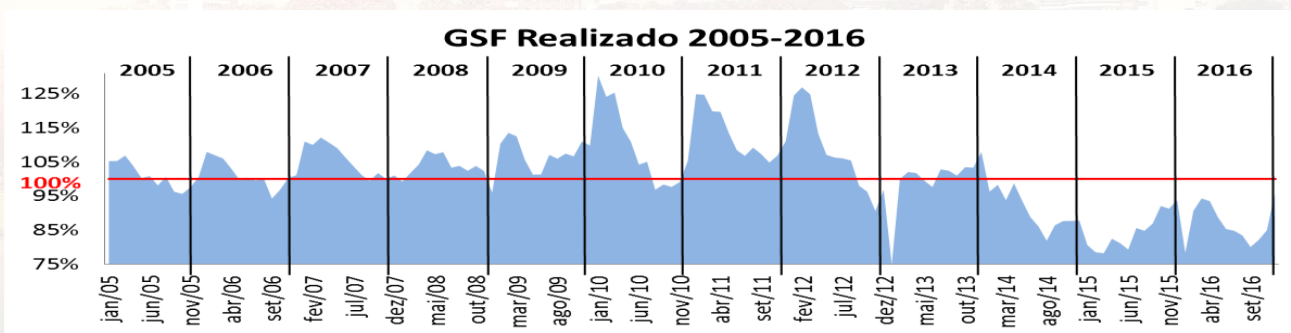
*Função objetivo*

$$\text{Min } \{ (1 - \lambda) \times E[CO] + \lambda \times CVaR_{\alpha}[CO] \}$$

- O ponderador de risco “ $\lambda$ ” retrata a aversão ao risco de déficit do operador.
- A partir de maio de 2017, a CPAMP alterou os parâmetros para  $\lambda = 40\%$  e  $\alpha = 50\%$ , aumentando a aversão ao risco ao dar peso maior para o custo operativo nos cenários de vazões mais restritas.

## INTRODUÇÃO

- A decisão centralizada, portanto, transfere a decisão de despacho das usinas ao ONS, fazendo com que o empreendedor não possua ingerência sobre a produção de seu empreendimento.
- No intuito de mitigar o risco hidrológico sofrido pelas usinas, criou-se o Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), o qual realoca o excedente de energia das usinas que geraram acima de suas garantias físicas, àquelas que geraram abaixo.
- Para mensurar a relação entre a quantidade de energia produzida e a Garantia Física das usinas integrantes do MRE, foi criado o Fator de Ajuste da Garantia Física, mais conhecido como GSF.
- Historicamente o comportamento do sistema evidencia maior ocorrência de energia secundária do que eventos onde o GSF é menor que 100%. No entanto, esse comportamento se alterou sobremaneira a partir de 2014.





## INTRODUÇÃO

- A severidade do cenário delineado a partir de 2014 se traduziu em prejuízos significativos aos geradores hidráulicos que participam do MRE, uma vez que a geração efetiva das usinas se manteve muito abaixo da soma de suas Garantias Físicas, concomitantemente a altos valores de PLD. Assim, diversas ações judiciais foram impetradas pelos geradores hidráulicos, as quais resultaram na aplicação de liminares ao longo do ano de 2015
- Esse cenário de judicialização resultou na paralização do mercado, uma vez que os recursos recebidos pela CCEE pelos devedores na liquidação não eram suficientes para arcar com os recursos alocados aos credores.
- A fim de solucionar o “travamento” do mercado, em agosto de 2015 o MME publicou a MP nº 688, que dispunha sobre a repactuação retroativa a janeiro de 2015 do risco hidrológico entre geradores e consumidores, desde que as ações judiciais que impediam a aplicação do GSF fossem retiradas.
- A regulamentação da repactuação do risco hidrológico solucionou parte relevante do problema, no sentido em que destravou as operações no ACR. No entanto, diversos geradores (em sua maioria detentores de contratos no Ambiente de Comercialização Live (ACL)) não repactuaram o risco com o consumidor e mantiveram suas decisões liminares.

## A REPACTUAÇÃO DO RISCO HIDROLÓGICO

- A repactuação do risco hidrológico entre consumidor e gerador se dá pelo pagamento de prêmio para cobertura de um determinado nível de risco aceito pelo gerador.
- Na regulamentação da repactuação, a ANEEL ofereceu vinte e cinco produtos que relacionam combinações de níveis de risco variando entre 89% e 100%, e seus respectivos Prêmios.
- Os produtos foram segregados em três classes: P, SP e SPR.
- Na primeira classe de produtos (classe P), o gerador escolhe seu nível de proteção e mantém propriedade sobre sua Energia Secundária.
- Na classe de produtos SP, o gerador cede os direitos sobre sua Energia Secundária para o consumidor.
- Finalmente, na classe SPR o gerador transfere seu risco hidrológico (positivo ou negativo) e de redução de Garantia Física para o consumidor.

Classe SP		Classe P	
Produto	Prêmio	Produto	Prêmio
SP100	11,22	P100	15,06
SP99	10,04	P99	13,87
SP98	8,86	P98	12,69
SP97	7,68	P97	11,81
SP96	6,49	P96	10,63
SP95	5,61	P95	9,74
SP94	4,72	P94	8,86
SP93	3,84	P93	7,97
SP92	2,95	P92	7,08
SP91	2,36	P91	6,49
SP90	1,48	P90	5,61
SP89	0,89	P89	5,02

## METODOLOGIA

- Propõe-se uma metodologia de análise de viabilidade da repactuação do risco hidrológico que considere os possíveis cenários futuros de PLD e GSF.
- A estratégia de análise consiste na apuração estocástica do Valor Presente Líquido (VPL) da exposição financeira para uma usina no longo do prazo.
- Para isso, calculamos a exposição que a usina teria mensalmente na CCEE, para cada cenário de afluência do NEWAVE, considerando diferentes situações: com repactuação nos diferentes produtos propostos pela ANEEL e sem repactuação.
- O cálculo da exposição financeira da usina na CCEE é efetuado mensalmente pela diferença entre os recursos (MRE) e os requisitos (Contratos de Venda) do empreendimento, valorada ao PLD.
- Para as previsões de PLD e GSF de longo prazo (mais de 10 anos a frente), foram consideradas, para os primeiros cinco anos, as premissas do ONS utilizadas no PMO. Do sexto ao décimo ano, foram consideradas as premissas contidas no Plano Decenal de Expansão de Energia elaborado pela EPE. Como a maioria dos contratos das usinas hidrelétricas tem duração de 30 anos, caso sejam necessários anos adicionais para análise em relação ao horizonte do Plano Decenal (10 anos a frente), propõe-se a utilização da metodologia de embaralhamento\* das séries.

\*repetição dos valores das séries dos últimos 5 anos, deslocando os valores de PLD e GSF para a série seguinte em blocos de 5 anos.

## METODOLOGIA

- Uma vez definidas as séries de PLD e GSF de longo prazo, calcula-se o VPL da exposição financeira da usina com a repactuação do risco hidrológico em dado produto para cada uma das 2.000 séries de PLD/GSF, obtendo dessa forma uma curva de distribuição de probabilidades da Variável Aleatória (VA) em questão (resultados no curto prazo), de onde extraímos o **Valor em Risco** (Value at Risk - VaR).
- Após calcular a curva de distribuição de probabilidades da VA com a repactuação do risco hidrológico em dado produto, compara-se a curva de frequência desta distribuição, para cada produto, com a curva de frequência da distribuição do VPL da usina caso não houvesse repactuação do risco hidrológico com o consumidor.
- A avaliação das curvas de frequência nos dá a **probabilidade de sucesso** de se repactuar em cada produto oferecido pela ANEEL.



## METODOLOGIA

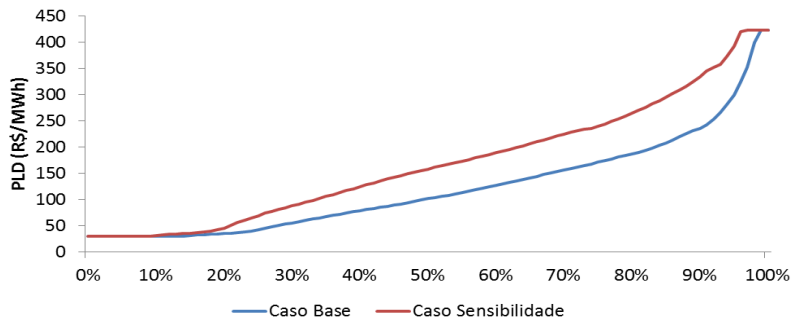
- De posse da distribuição de probabilidades de resultados na CCEE para cada Produto de Repactuação e para cenário onde não se repactua o risco hidrológico, é possível obter também:
  - **o risco evitado (equivalente ao Percentil 95%); e**
  - **o risco de arrependimento (Percentil 5%).**
- Com base nas três condições de contorno (**VAR, chance de êxito, risco evitado e risco de arrependimento**), o investidor pode definir se repactua o risco hidrológico com o consumidor ou não, e em caso de repactuação, qual o produto de melhor conveniência.
- Essa decisão depende do nível de aversão ao risco e da rentabilidade esperada de cada investidor, do nível de contratação da Garantia Física da usina analisada, da expectativa de evolução da matriz energética, entre outros.



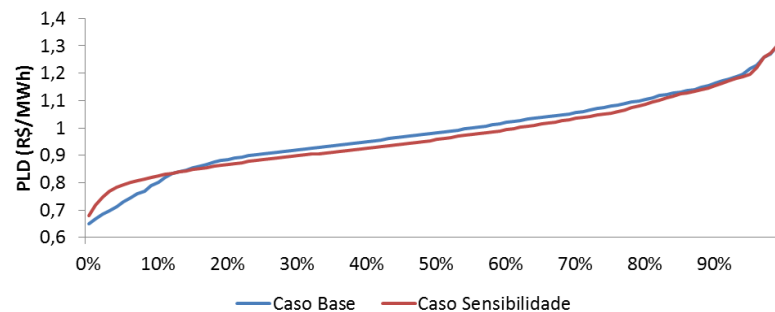
## ESTUDO DE CASO

- A metodologia proposta foi aplicada para uma usina fictícia localizada eletricamente na Região Sudeste, com Potência Instalada de 185MW e Garantia Física de 100 MWmed (relação correspondente ao fator de capacidade médio de uma usina hidrelétrica no Brasil).
- Dessa maneira, considerou-se a aversão ao risco dos modelos no momento da repactuação do risco hidrológico da maioria das usinas em 2015 (Caso Base:  $\lambda = 25\%$  e  $\alpha = 50\%$ ); e
- Os parâmetros em que esses acordos seriam executados a partir do PMO de maio de 2017\* ( $\lambda = 40\%$  e  $\alpha = 50\%$ ), de forma a verificar se haveria alteração da percepção de risco por parte do empreendedor, devido a alteração da aversão ao risco implementada pelo MME e utilizada na operação do sistema e na formação de preços. Nesse sentido, foram obtidas as curvas de permanência do PLD e do GSF,

Curva de Permanência do PLD

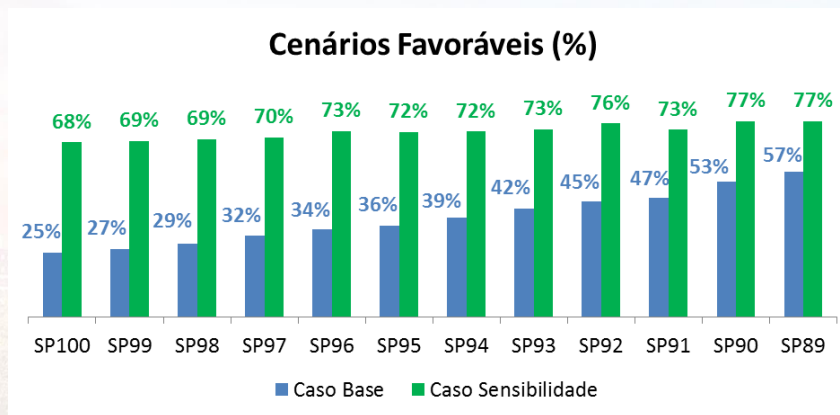


Curva de Permanência do GSF



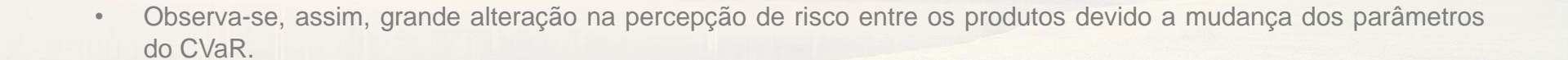
## RESULTADOS

- Uma vez definidas as séries de PLD e GSF de longo prazo, passa-se agora a avaliar a probabilidade de sucesso de cada Produto de Repactuação, apresentado em percentual:



- Observa-se substancial alteração no percentual de chance de sucesso entre repactuar em cada um dos 11 produtos em relação a não repactuar o Risco Hidrológico com o consumidor.

- 
- Risco Evitado (R\$MM)**
- | Cenário | Caso Base | Caso Sensibilidade |
|---------|-----------|--------------------|
| SP100   | 72        | 148                |
| SP99    | 73        | 143                |
| SP98    | 73        | 138                |
| SP97    | 74        | 133                |
| SP96    | 76        | 129                |
| SP95    | 75        | 122                |
| SP94    | 74        | 117                |
| SP93    | 74        | 111                |
| SP92    | 74        | 106                |
| SP91    | 72        | 99                 |
| SP90    | 72        | 95                 |
| SP89    | 70        | 89                 |

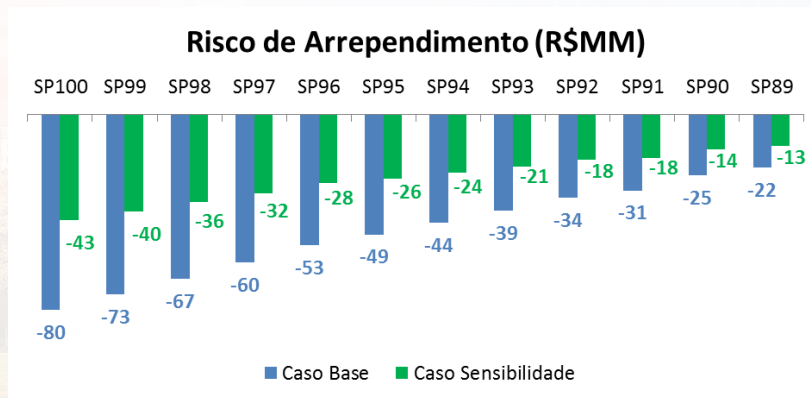


- Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit



## RESULTADOS

- A mesma conclusão levantada para o Risco Evitado aplica-se quando da análise do Risco de Arrependimento.
- Ao tempo em que a percepção do risco evitado caso a decisão fosse tomada em dezembro de 2015 era de R\$ 72 MM, um ano após a tomada de decisão, a mesma análise aponta para um Risco Evitado de R\$ 148 MM, o que torna o produto SP100 mais atrativo em relação à análise feita quando da repactuação em 2015.



## RESULTADOS

- Com base no exposto, pode-se concluir que a mudança dos parâmetros do CVaR provoca alterações significativas nos resultados para os Casos Base e Sensibilidade.
- No Caso Sensibilidade, a característica mais restritiva dos parâmetros de aversão ao risco acarreta em Valores em Risco substancialmente maiores que o Caso Base, o que ocasiona a diminuição do Risco de Arrependimento e aumento do Risco Evitado para os produtos com maior nível de segurança para o gerador.
- Nesse cenário, a tomada de decisão realizada pelos empreendedores de usinas hidroelétricas em dezembro de 2015, com um CVaR ( $\lambda = 25\%$  e  $\alpha = 50\%$ ), possivelmente seria diferente caso fosse realizada hoje, dado que a aversão ao risco na operação do sistema aumentou a partir de maio/17.
- Implica dizer que, caso a tomada de decisão fosse realizada hoje, muito provavelmente alguns geradores decidiriam por uma maior proteção em relação a decisão realizada em dezembro de 2015.
- É nesse sentido que defendemos que a cada regulamento que altere a aversão ao risco na Operação do Sistema (por exemplo, aumento da restrição no critério do CVaR, ou implantação de nova metodologia por meio da Superfície de Aversão ao Risco (SaR) a vigir a partir de 2019), deveria ser dada nova opção ao gerador de repactuação do seu risco hidrológico.

## CONCLUSÕES

- Conforme verificado ao longo das simulações realizadas, a alteração do critério de risco utilizado no despacho hidrotérmico pelo ONS e no cálculo dos preços de curto prazo pela CCEE, também altera a percepção dos valores futuros de GSF e de PLD, o que por sua vez altera a percepção do risco por parte dos investidores.
- Tal mudança de percepção de risco poderia alterar a tomada de decisão passada. Esse fato retrata a atual situação dos geradores que decidiram repactuar o risco hidrológico com os consumidores em dezembro de 2015, já que a partir de maio de 2017 novos parâmetros de aversão ao risco estiveram vigentes.
- Conclui-se, portanto, que a percepção de risco que havia momento de repactuação podem alterar-se substancialmente. Nesse sentido deveria ocorrer a republicação do prêmio quando da alteração dos parâmetros de risco utilizados pelo Operador no despacho do sistema e pela CCEE no cálculo do preço.




## RAPHAEL CARVALHO

---

 (21) 3235-8737

 (21) 96555-3513

 [raphael.carvalho@neoenergia.com](mailto:raphael.carvalho@neoenergia.com)