



Projeção de geração do parque termelétrico do Rio de Janeiro para o horizonte de 5 anos

Rio de Janeiro, Abril de 2018



Temário

- ▶ Objetivo e antecedentes
- ▶ Despacho hidrotérmico
- ▶ Projeção de despacho
 - Base de dados
 - Resultados
- ▶ Conclusões

Objetivo

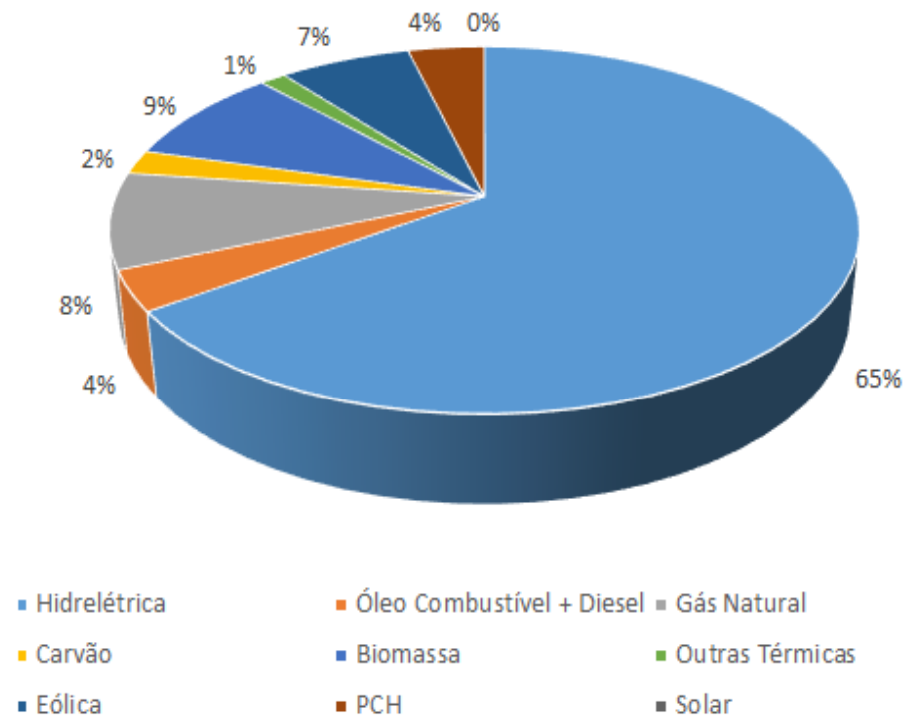
- ▶ Propor uma metodologia para projeção de despacho das usinas termelétricas à gás do estado do Rio de Janeiro para a estimativa de consumo de gás natural do setor termelétrico.

- ▶ As projeções de despacho foram realizadas para as usinas:
 - UTE Santa Cruz,
 - UTE Leonel Brizola (Termorio),
 - UTE Norte Fluminense,
 - UTE Mario Lago (Termomacae),
 - UTE Barbosa Lima Sobrinho (Eletrobolt) e
 - UTE Baixada Flumimense

Antecedentes

- ▶ O Brasil possui uma matriz energética diversificada, porém ainda predominantemente hidrelétrica.
- ▶ Tradicionalmente, o despacho das usinas termelétricas no Brasil é realizado de forma centralizada pelo ONS, que tem como desafio a decisão de utilizar de forma ótima os recursos energéticos disponíveis de forma a atingir a minimização de custos operativos do sistema.
- ▶ A atividade de projeção de geração termelétrica Brasil requer um amplo acompanhamento das condições de suprimento energético, bem como um conhecimento profundo de todas as regras operativas que influenciam a operação do sistema devido às características do sistema.

Capacidade Instalada do Brasil em 2016



Temário

- ▶ Objetivo e antecedentes
- ▶ Despacho hidrotérmico
- ▶ Projeção de despacho
 - Base de dados
 - Resultados
- ▶ Conclusões

Despacho Hidrotérmico

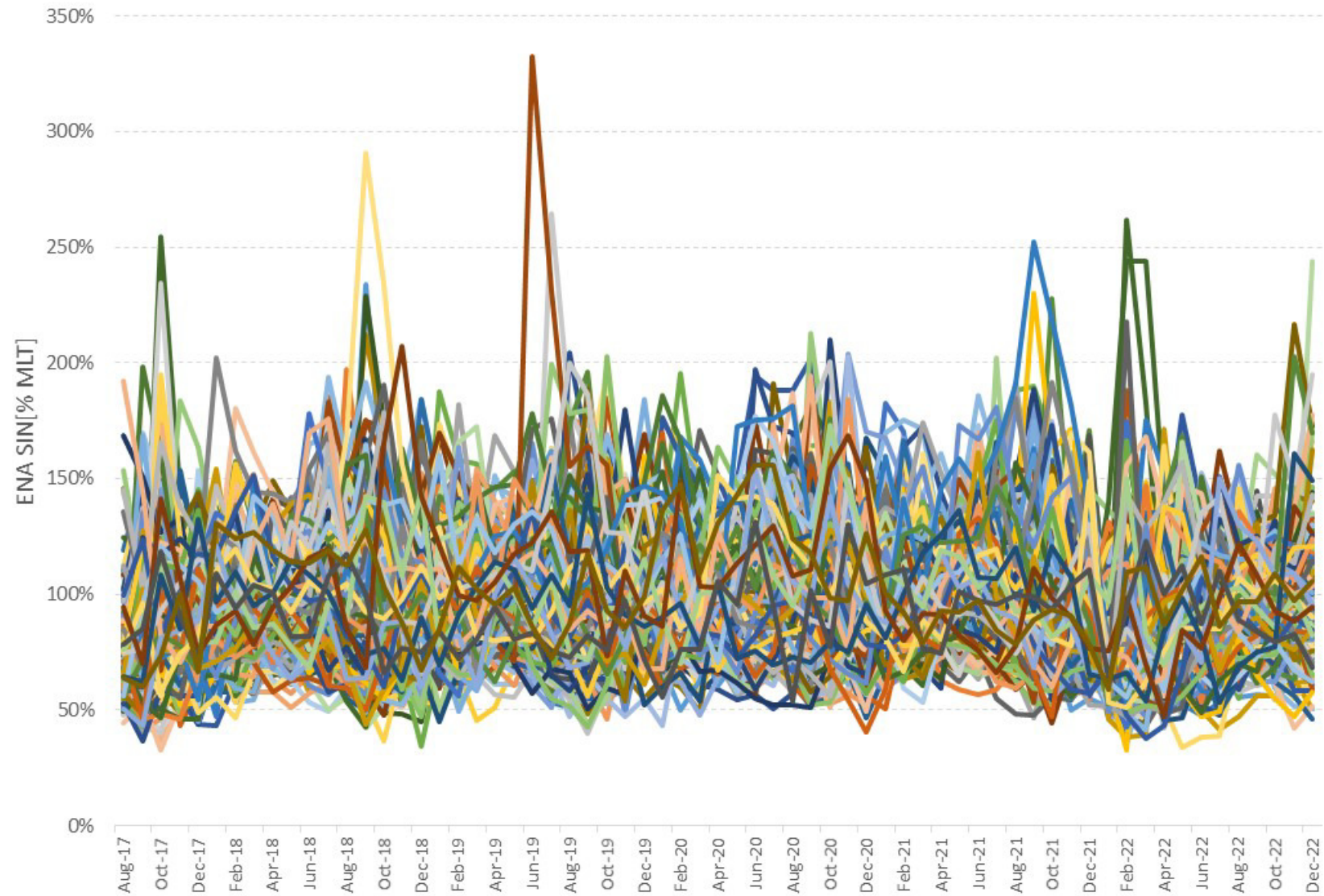
Conceito

- ▶ Operar um sistema hidrotérmico é tomar a decisão de utilizar, a cada instante de tempo, a água dos reservatórios ou utilizar os combustíveis das termelétricas.
- ▶ Essa escolha não é simples quando se dispõe de um sistema grande e com incerteza em diversas variáveis, sendo a principal delas as vazões dos rios.



Despacho Hidrotérmico

Conceito – Grande variabilidade hidrológica



Despacho Hidrotérmico

Tipos de despacho

Por mérito de custo

- Este despacho é proveniente dos modelos de otimização da operação hidrotérmica utilizados atualmente pelo ONS, que otimizam recursos energéticos considerando incertezas hidrológicas e definem a programação de geração.

• Despacho fora da ordem de mérito por segurança energética

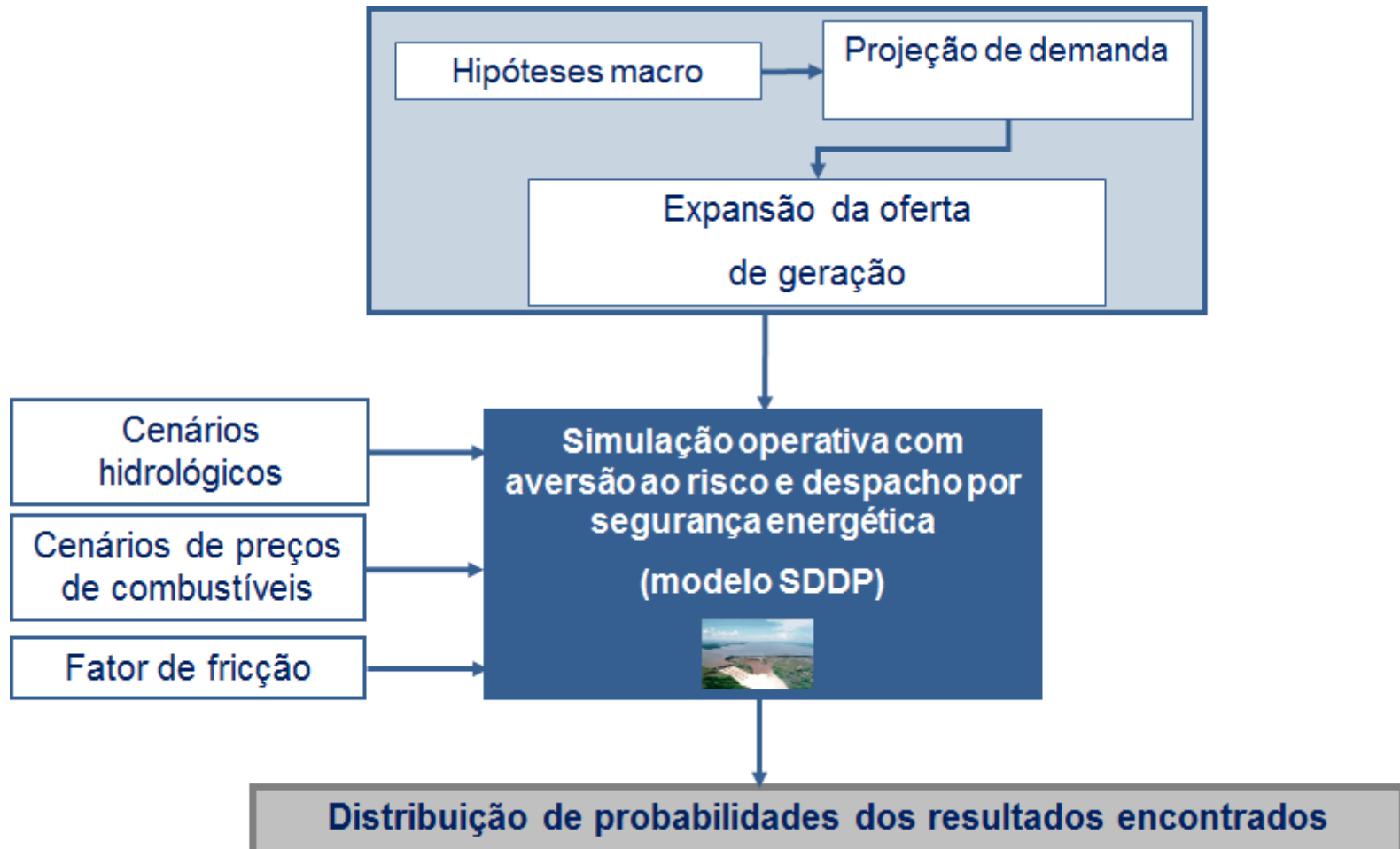
- Este despacho tem por finalidade proporcionar maior segurança energética, onde termelétricas são despachadas sem indicação do modelo computacional, para recuperação dos níveis de armazenamento do sistema. Esse despacho tem que ser aprovado e indicado pelo Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE).

• Despacho por restrição elétrica

- O despacho por restrição elétrica ocorre quando há alguma restrição operativa de natureza elétrica (por exemplo, restrições de capacidade nas linhas, restrições por tensão em subestações, etc.) que afeta o atendimento da demanda em um submercado ou a estabilidade do sistema. Este pode ser acionado devido à deterioração da rede elétrica local e ser suspenso quando reforços na rede de transmissão forem realizados.

Despacho Hidrotérmico

Metodologia



Temário

- ▶ Objetivo
- ▶ Despacho hidrotérmico
- ▶ Projeção de despacho
 - Base de dados
 - Resultados
- ▶ Conclusões

Despacho Hidrotérmico

Premissas

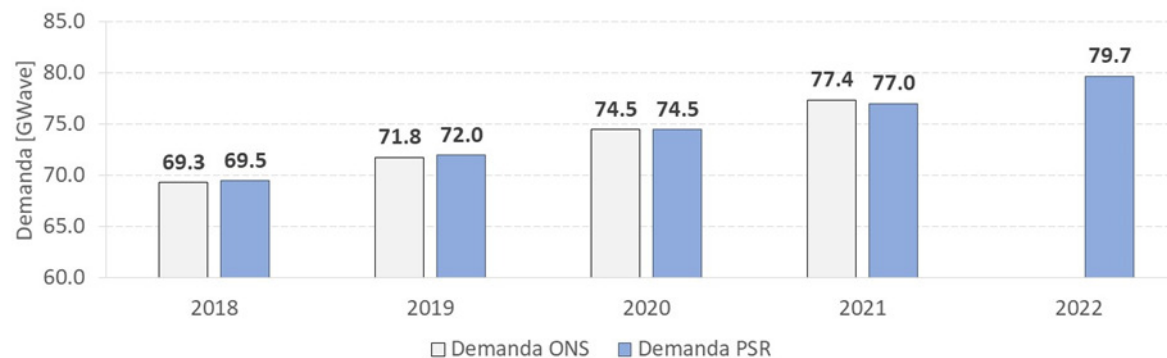
► Cenário de geração:

- 2018 a 2021: Conjunto de arquivos do Programa Mensal de Operação (PMO) de Agosto de 2017. O conjunto de dados do PMO é disponibilizado pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) mensalmente.
 - Foram realizados ajustes no cronograma de entrada das usinas deste conjunto de arquivos do PMO, atualizando a informação relativa às usinas já contratadas previamente em todos os leilões realizados até 2017.
- 2022:
 - Não há nova contratação para entrada em operação para o ano de 2022 devido a sobreoferta do sistema

Despacho Hidrotérmico

Premissas

► Projeção de demanda:



► Custo combustível:

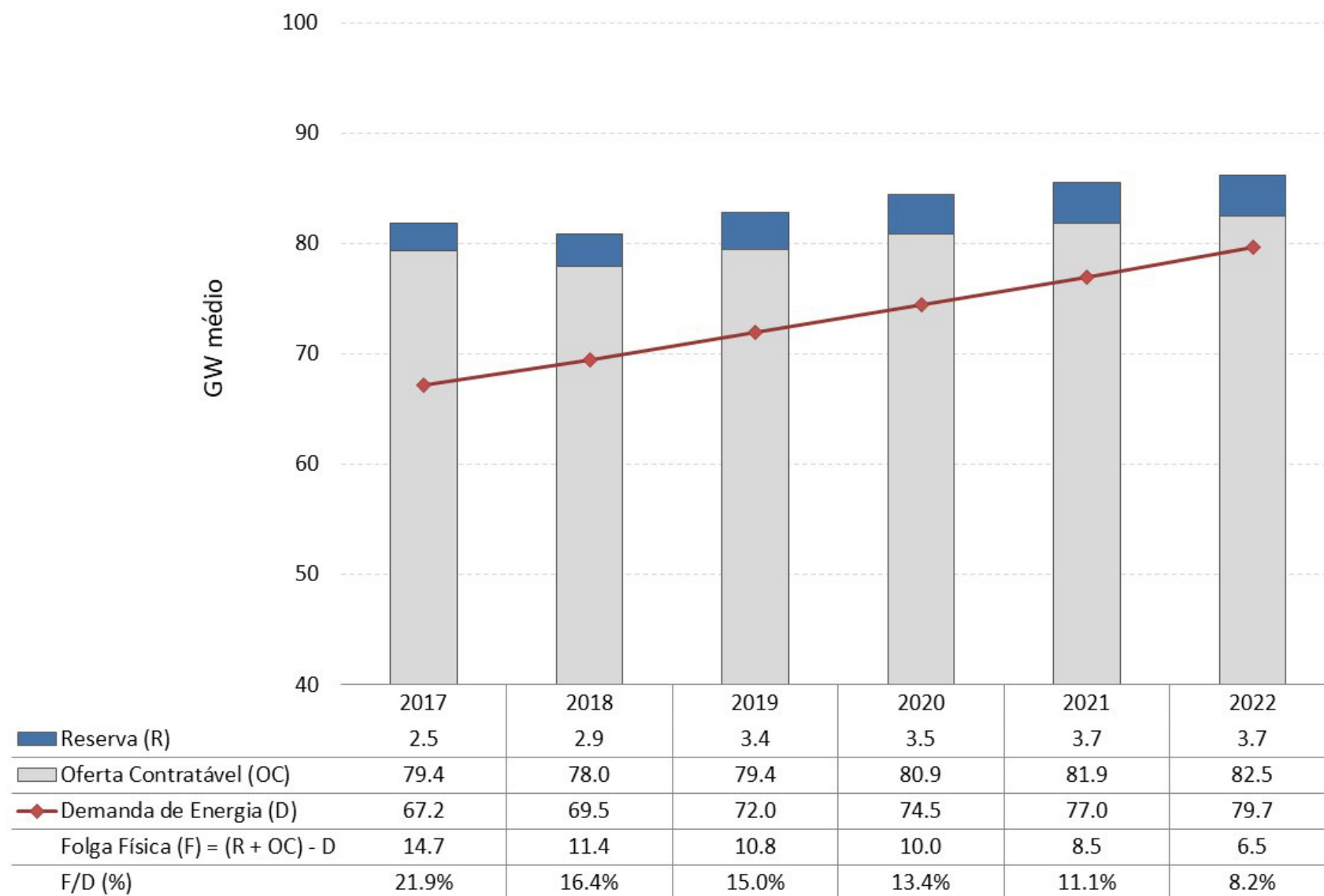
	2018	2019	2020	2021	2022
Taxa de Câmbio – R\$/USD	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Carvão (CIF ARA) – USD/ton	58.5	52.5	51.8	51.4	51.4
Henry Hub – USD/MMBTU	3.4	3.4	3.5	3.5	3.6
Brent – USD/bbl	58.5	58.7	58.9	59.3	59.6

► Despacho fora da ordem de mérito e por restrição elétrica:

- Fora da ordem de mérito: O Procedimento Operativo de Curto Prazo (POCP).
- Despacho por restrição elétrica: Montantes indicados no documento NT 0067/2017 - limites de transferência de energia

Despacho Hidrotérmico

Premissas



Despacho Hidrotérmico

Premissas

► Características da simulação:

- Horizonte 2018 a 2022
- Evolução da matriz de geração e projeção de demanda
- Simulação sob incerteza: 1200 cenários hidrológicos
- Fator de fricção
- Parâmetro oficial do CVaR: alfa 40% e lambda 50%
- Consideração de metodologia para despacho fora da ordem de mérito (POCP)

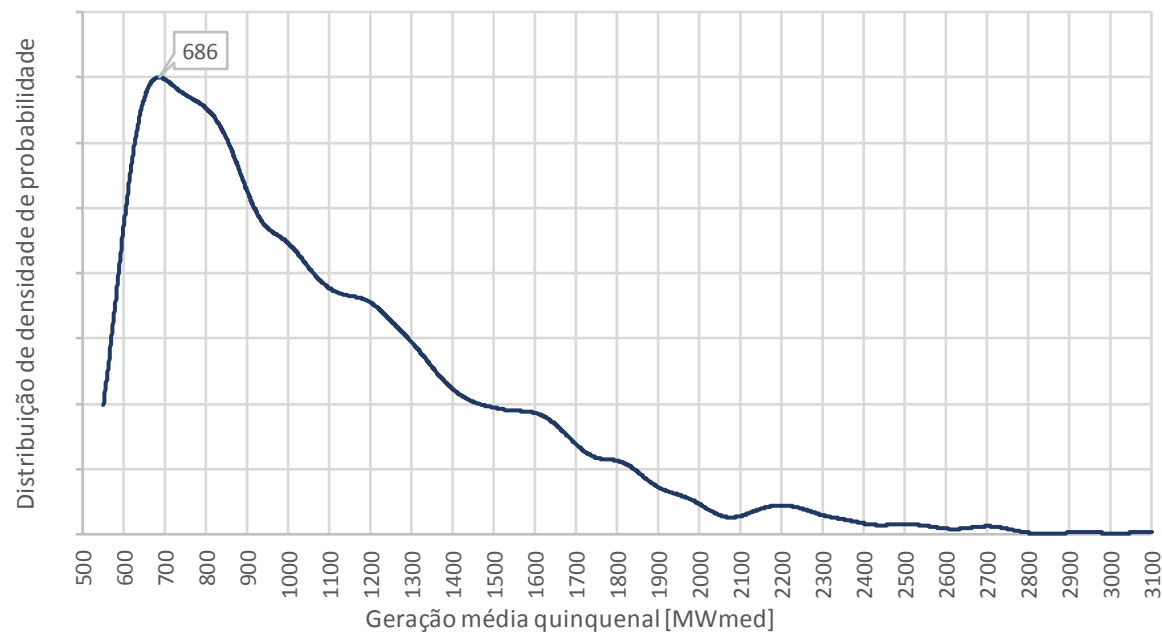
Temário

- ▶ Objetivo
- ▶ Despacho hidrotérmico
- ▶ Projeção de despacho
 - Base de dados
 - Resultados
- ▶ Conclusões

Despacho Hidrotérmico

Resultados – Distribuição de densidade de probabilidade

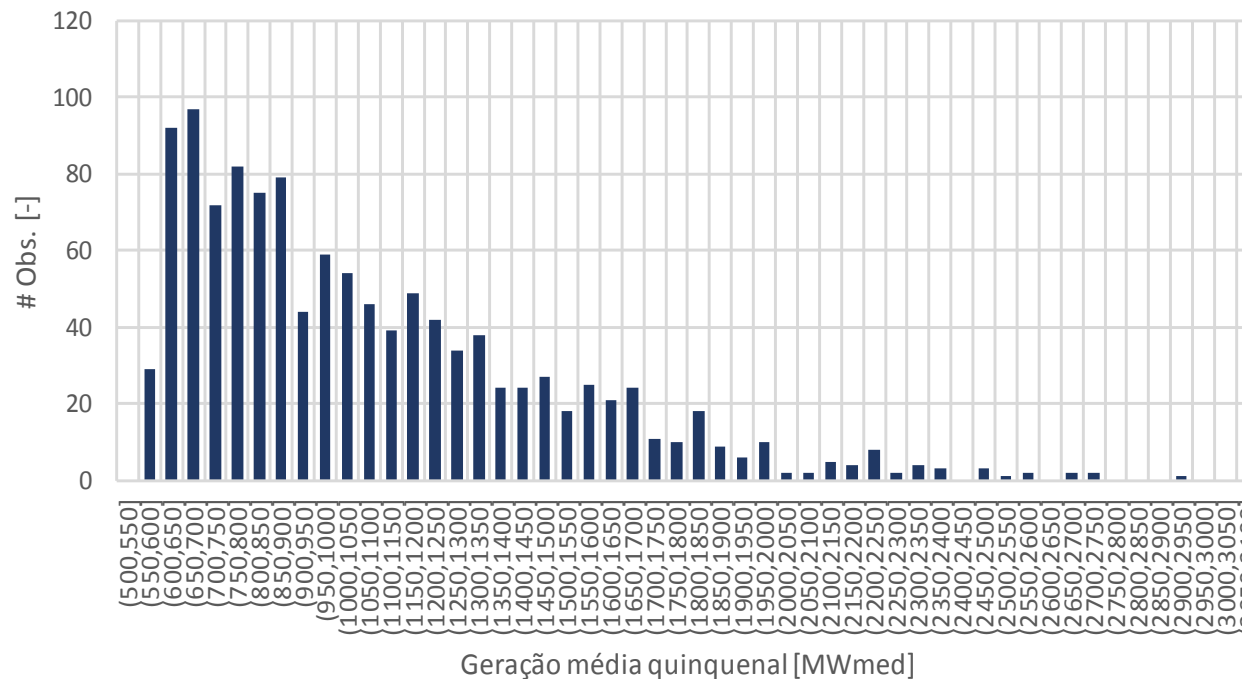
- ▶ Utilização de uma estatística baseada nos valores acumulados ao longo dos 5 anos de estudo por duas razões:
 - (i) a variável importante para a revisão tarifária dos gás natural é o consumo de gás natural projetado ao longo do ciclo tarifário, e não o valor em um determinado mês ou ano; e
 - (ii) existem uma grande correlação temporal entre o despacho verificado em um ano e o despacho do ano subsequente. Por exemplo, se houver um ano com uma seca severa, há maior probabilidade de no ano seguinte ocorrer uma seca mais moderada.



Despacho Hidrotérmico

Resultados – Histograma dos cenários simulados

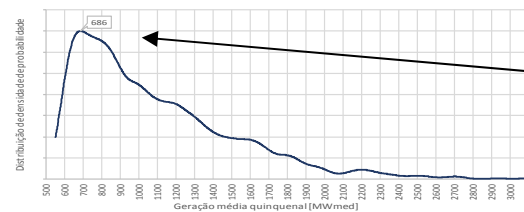
- ▶ A figura mostra que o maior número de observações está no intervalo de despacho termelétrico entre 650 MWmédios e 700 MWmédios, indicado na figura por “(650,700]”.
- ▶ Observa-se que cenários de despacho termelétricos maiores existem dentro da simulação, porém com poucas ocorrências. Por exemplo, há apenas 20 ocorrências de despachos totais no período de 5 anos entre 1650 MWmédios e 1700 MWmédios.



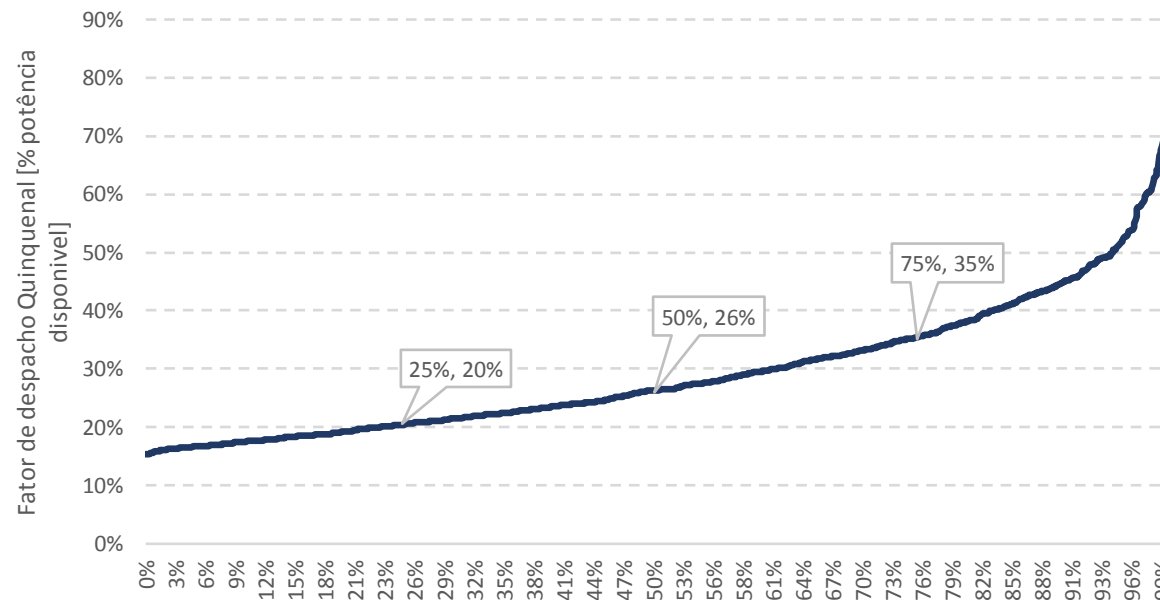
Despacho Hidrotérmico

Resultados – Distribuição de probabilidade

- ▶ Calculando os percentis da amostra verificar que o percentil 25% do despacho aproxima-se da moda da distribuição de probabilidades.



Métrica	Geração das usinas de interesse no período de 5 anos [MWmed]
Percentil 25%	756.5
Percentil 50%	975.3
Percentil 75%	1305.9



Temário

- ▶ Objetivo
- ▶ Despacho hidrotérmico
- ▶ Projeção de despacho
 - Base de dados
 - Resultados
- ▶ Conclusões

Conclusões

- ▶ O percentil 25% do despacho das usinas termelétricas de interesse no período de 5 anos entre 2018 e 2022 aproxima-se da *moda* da distribuição de probabilidades.
- ▶ Por este motivo, define-se como referência de projeção de despacho das usinas termelétricas de interesse o valor de 756,5 MW médios, correspondente ao percentil 25% da amostra, já que este se aproxima da *moda* (o valor com maior probabilidade de ocorrência) da variável de interesse.
- ▶ Este valor corresponde à consideração de um fator de despacho de 20% para o quinquênio 2018-2022.
- ▶ Ressalta-se que a determinação de um cenário de despacho para um conjunto de termelétricas não é simples devido à incerteza sobre as vazões afluentes a usinas hidrelétricas do Sistema Interligado Nacional, e devido ao despacho termelétrico estar relacionado (mais propriamente falando, negativamente correlacionado) com estas vazões.
 - Se o cenário hidrológico no futuro for mais adverso que aquele correspondente ao percentil 25%, o despacho termelétrico será mais elevado que aquele aqui selecionado. Selecionar um percentil mais elevado da amostra – por exemplo, o percentil 50% e o percentil 75% - reduziria a probabilidade de que fosse verificada, nos próximos 5 anos, geração total superior àquela tomada como referência.
 - No entanto, as análises estatísticas mostram que o valor de despacho correspondente ao percentil 25% da amostra aproxima-se mais da *moda* (o valor mais provável) do despacho térmico.