

Workshop on Computing Efficient Energy Prices



Painel 2 – Operação e os desafios do Preço Horário – PLD_h

Mario Daher
Gerente Executivo

Florianópolis
16/10/2019

Agenda



Contextualização, Motivações, Estado da Arte/Desafios
Material de Apoio



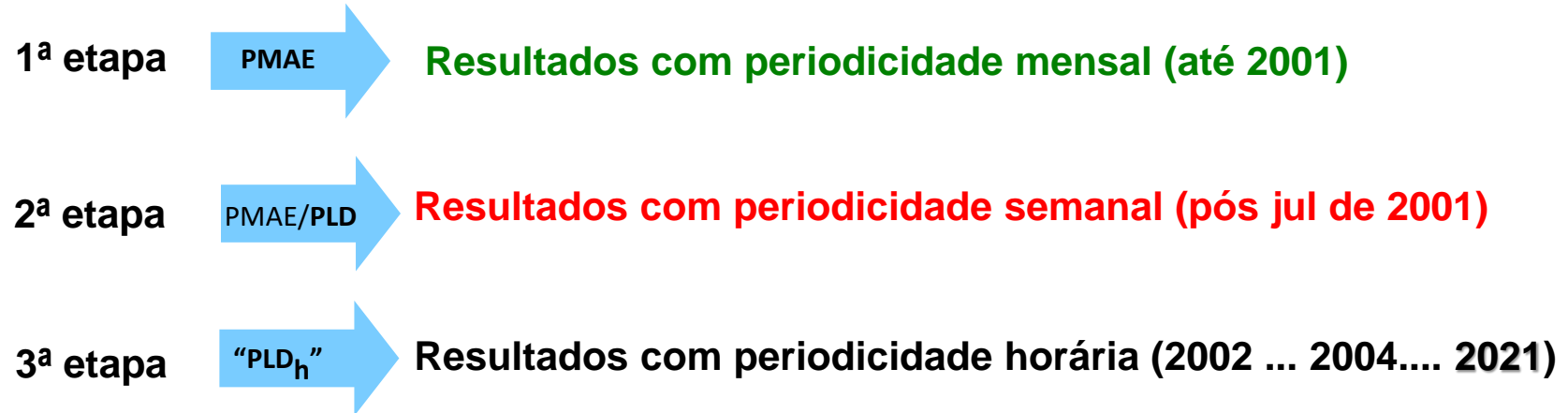
***Novos paradigmas da
Operação do SIN em função
das Novas Renováveis
(Eólicas e Fotovoltaicas –
Intermitentes, Voláteis e
Não Despacháveis)***



Resolução ANEEL 290/2001

RE-SEB: O Modelo Mercantil pós 1998 – “ZONAL”

Implantação do mercado de Curto Prazo em 3 etapas



1. Utilização de modelo de simulação hidrotérmica de médio prazo (NEWAVE/NEWDESP)

2. Utilização de modelo de otimização hidrotérmica de curto prazo (DECOMP)

3. Utilização de modelo de otimização hidrotérmica diária (DESSEM)

A Nova Matriz de Energia Elétrica (2011 →.....)

- Grau de Regularização em “**queda livre**” (mas ~ 290 GWmes)



- Reservatórios “desidratam” rapidamente a cada estação seca (“*a crise do Clima*”)

- Perdas por deplecionamento exigem **térmicas para atender a Ponta.... Térmicas caras.....**

- Dependemos cada vez mais da próxima estação chuvosa – “**Inercia Hidroenergética**” cada vez maior

*Um novo
Período Crítico?*

- Aumento das Renováveis não despacháveis – **Maior Imprevisibilidade e Variabilidade/Intermitência**



**Acurácia
Nas Previsões**

Motivação 1/2 (aspectos Físico/Comerciais)

- A Operação do SIN, após a entrada das Usinas Eólicas e agora as Fotovoltaicas, passou a exigir significativa geração fora da Ordem de Mérito (sem previsibilidade) e o sistema de transmissão tem sido utilizado como Reserva Operativa (Subsistema Nordeste – crise hídrica severa ~ 79 meses), desencadeando desotimização dos recursos energéticos
- O PLD semanal já não captura a nova realidade operativa do SIN.
- Diversos Serviços Ancilares se apresentam, mas sem sinais econômicos adequados por causa da periodicidade do PLD (semanal): RPO, Resposta da Demanda, Sincronos, etc..

Motivação 2/2 (aspectos Institucionais)

- Consulta Pública 33, em 2017, com intuito de elaborar proposta de medidas legais que viabilizem o futuro do setor elétrico com sustentabilidade a longo prazo
- Na PROPOSTA COMPILADA DE APRIMORAMENTO CONTEMPLANDO TODAS AS ALTERAÇÕES, destaca-se a seguinte diretriz:
 - “VIII - maior granularidade temporal **e espacial** do preço, além de maior credibilidade na sua formação, com o máximo acoplamento possível da formação do preço com as decisões de operação”
- O projeto de Implantação do Preço Horário, considerando o uso do modelo DESSEM nos processos da Programação da Operação é um desdobramento dessa diretriz.

A Implantação do DESSEM – Histórico cronológico

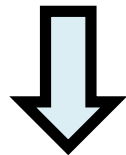
27/07/2017:



CPAMP

Comissão Permanente para
Análise de Metodologias e
Programas Computacionais do
Setor Elétrico

GT-Metodologias

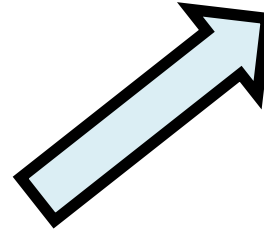


19/09/2017:

SGOP

Subgrupo de Operação e Preço

Necessidade de estudos para implantação do
DESSEM

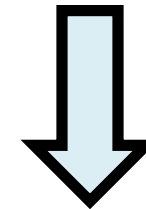


MME

Consulta pública sobre preço horário



19/12/2017:
prazo para
contribuições



30/07/2019:
Portaria MME 301/2019

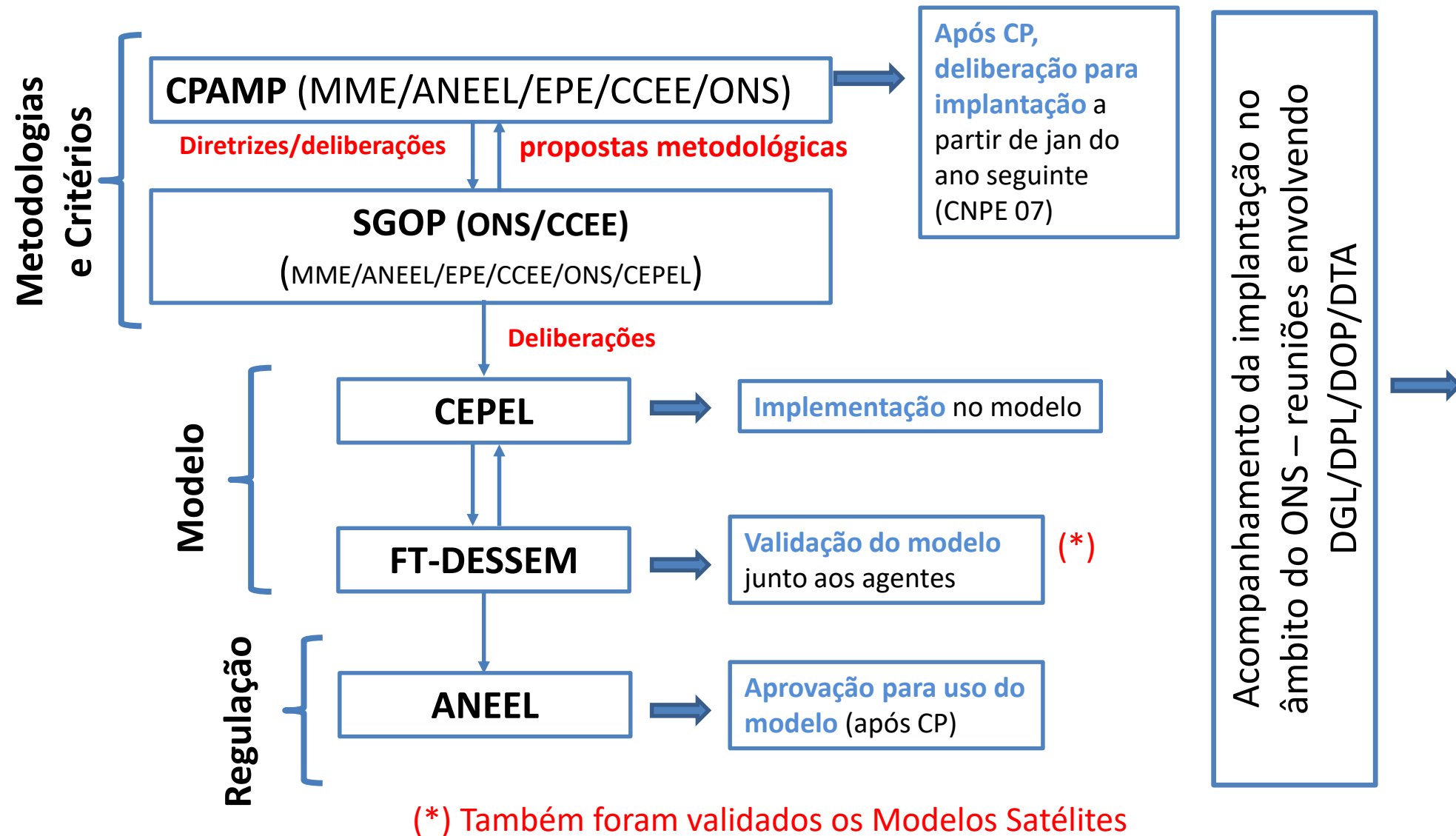


*Cronologia de Implantação
do DESSEM*

Deliberações da Portaria MME 301/2019 (DESSEM)

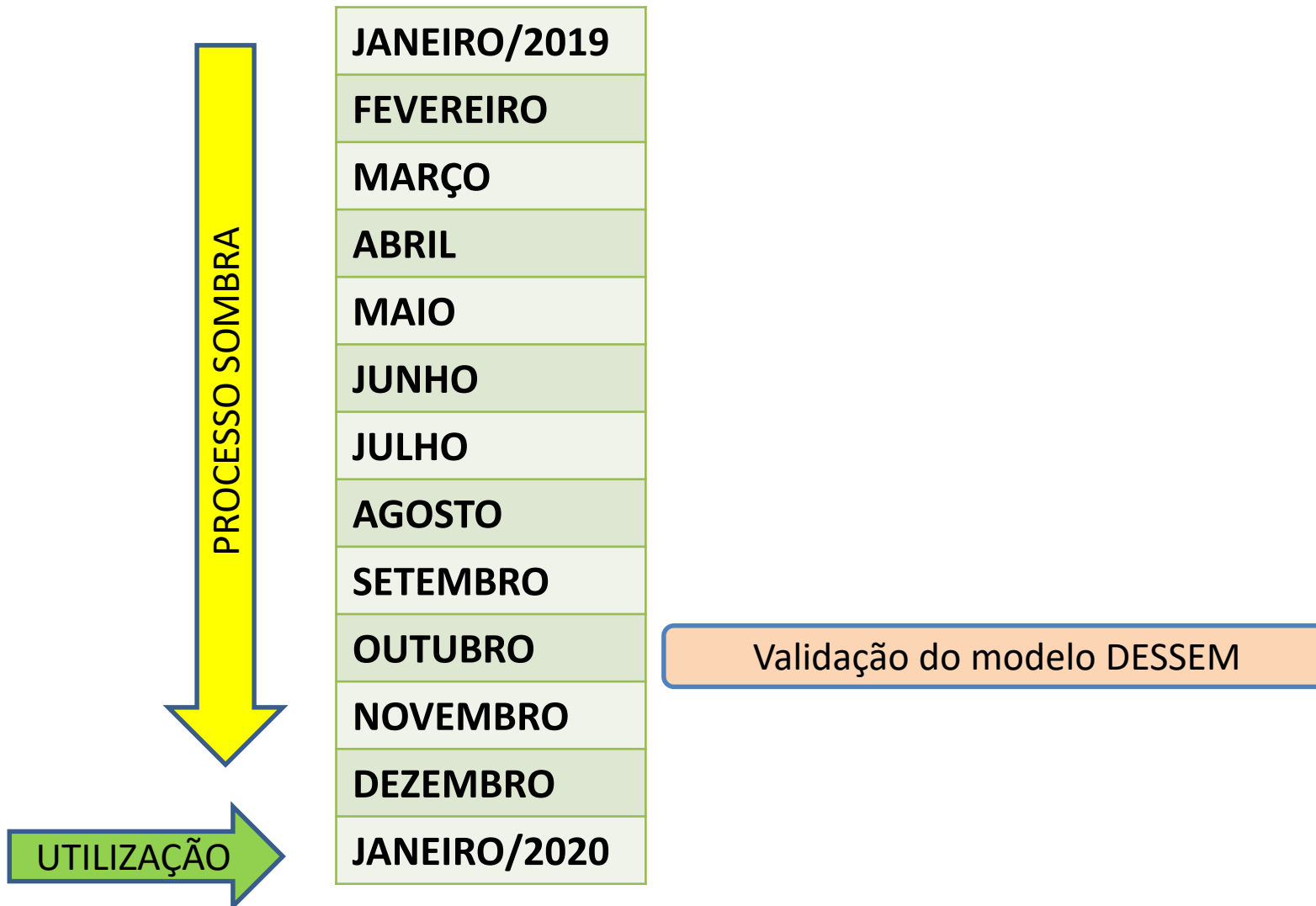
- DESSEM para vigência a partir de **janeiro de 2020** na Programação Diária, conforme Procedimentos de Rede e a partir de **janeiro 2021** para a Formação de Preço - PLDh
- Operação “sombra” de agosto a dezembro de 2019, tanto para o Planejamento e Programação da Operação (com aperfeiçoamentos do NEWAVE) como para a Formação de Preço (PLD)
- CCEE disponibiliza PLDh até dez/2020 apenas como caráter informativo

A Implantação do DESSEM - Instituições Envolvidas





Marcos da implantação do modelo DESSEM



Processo de implantação do DESSEM no ONS

Fórum	Número de reuniões
Plenárias CPAMP	5
Reuniões DGL/DPL/DOP/DTA	38 (23 com o CEPEL)
Reuniões do SGOP	20
Reuniões da FT-DESSEM	19
Reuniões da FT-Eólica	3
Treinamentos da Carga	2
Reunião FT-PrevCargaDESSEM	2
Treinamentos DESSEM	2
Reuniões com ONS/Agentes (*)	4
Reuniões com Agentes/ONS/CCEE	3
Reuniões sobre confidencialidade dos dados	2

(*) Próxima reunião 21/10/2019 com os agentes de geração despachável

A Implantação do DESSEM na Programação Diária em 2020

- **Principais características**

Unit Commitment térmico

Previsão de Carga – Programação (PDE – Tácita) X PrevCargaDESSEM

Previsão de vazões revista diariamente

Utilização do modelo WEOL de previsão de geração eólica

Previsão de geração fotovoltaica: utilização de dias típicos

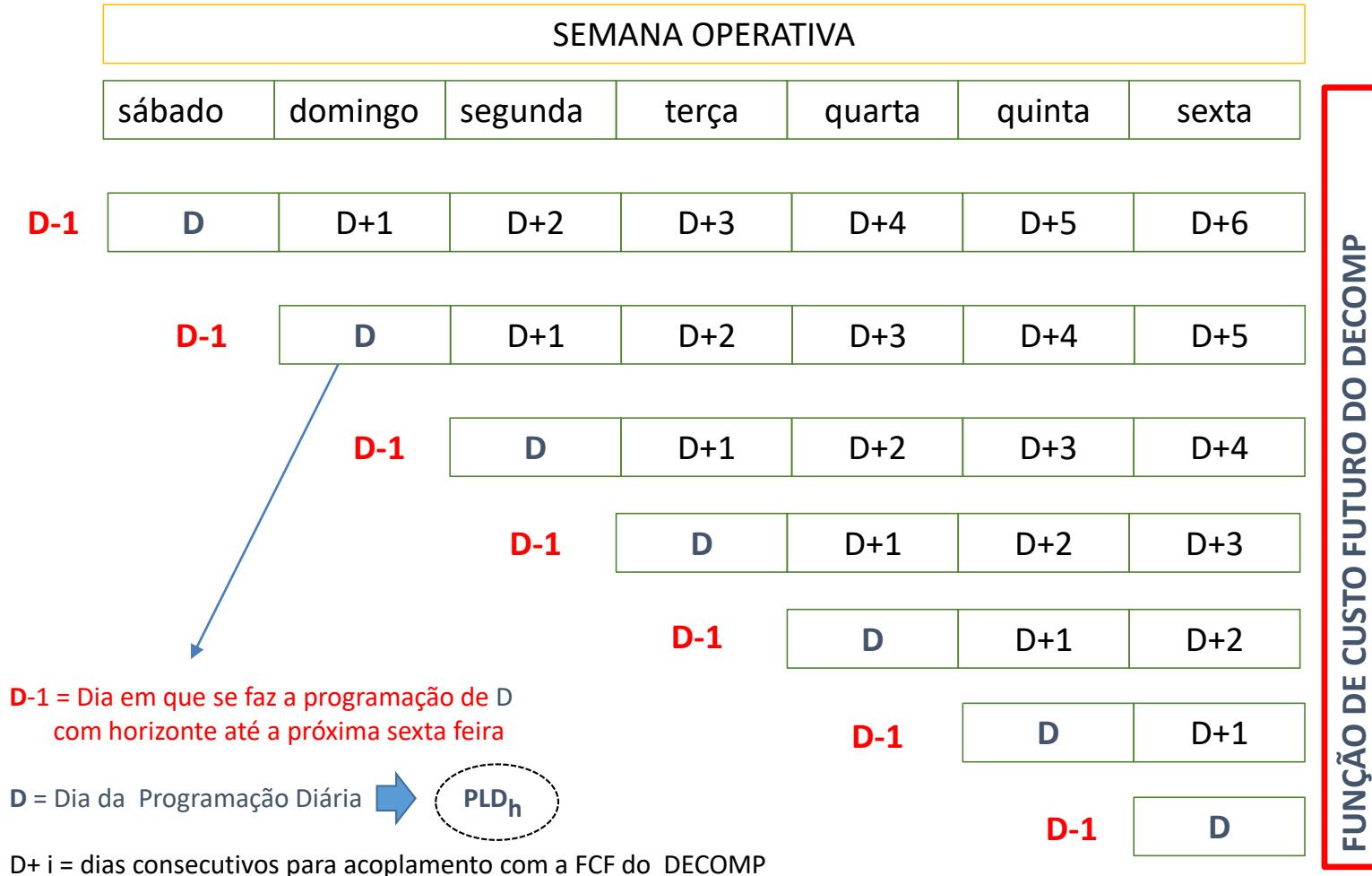
Todas as usinas têm reservatório representado

Restrições hidráulicas do FSARH, desde que possam ser representadas

Intervenções de geração e transmissão do SGI

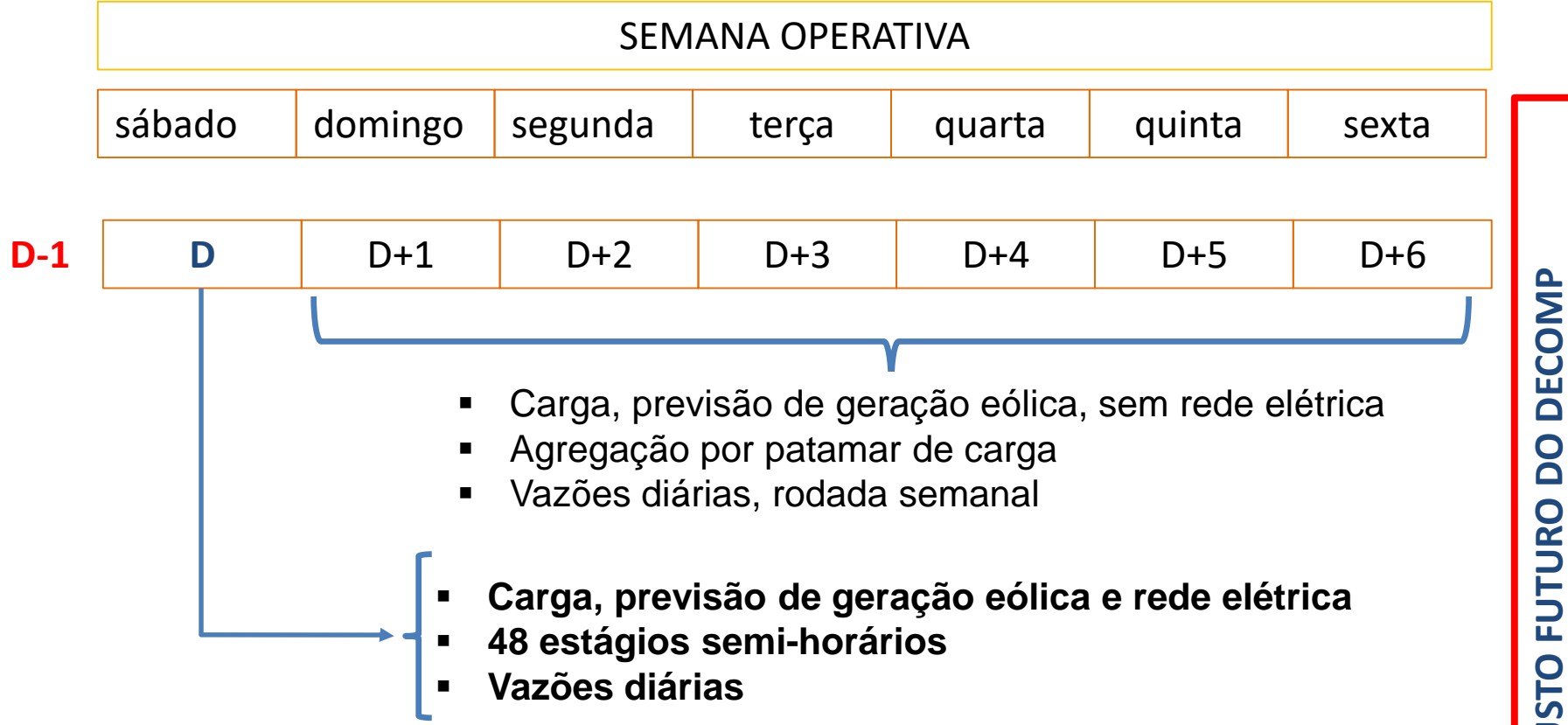
A Implantação do DESSEM na Programação Diária em 2020

- Escalonamento ao longo da semana



Implantação do DESSEM

Forma de uso do modelo DESSEM



FUNÇÃO DE CUSTO FUTURO DO DECOMP

D-1 = Dia em que se faz a programação de D com horizonte até a próxima sexta feira

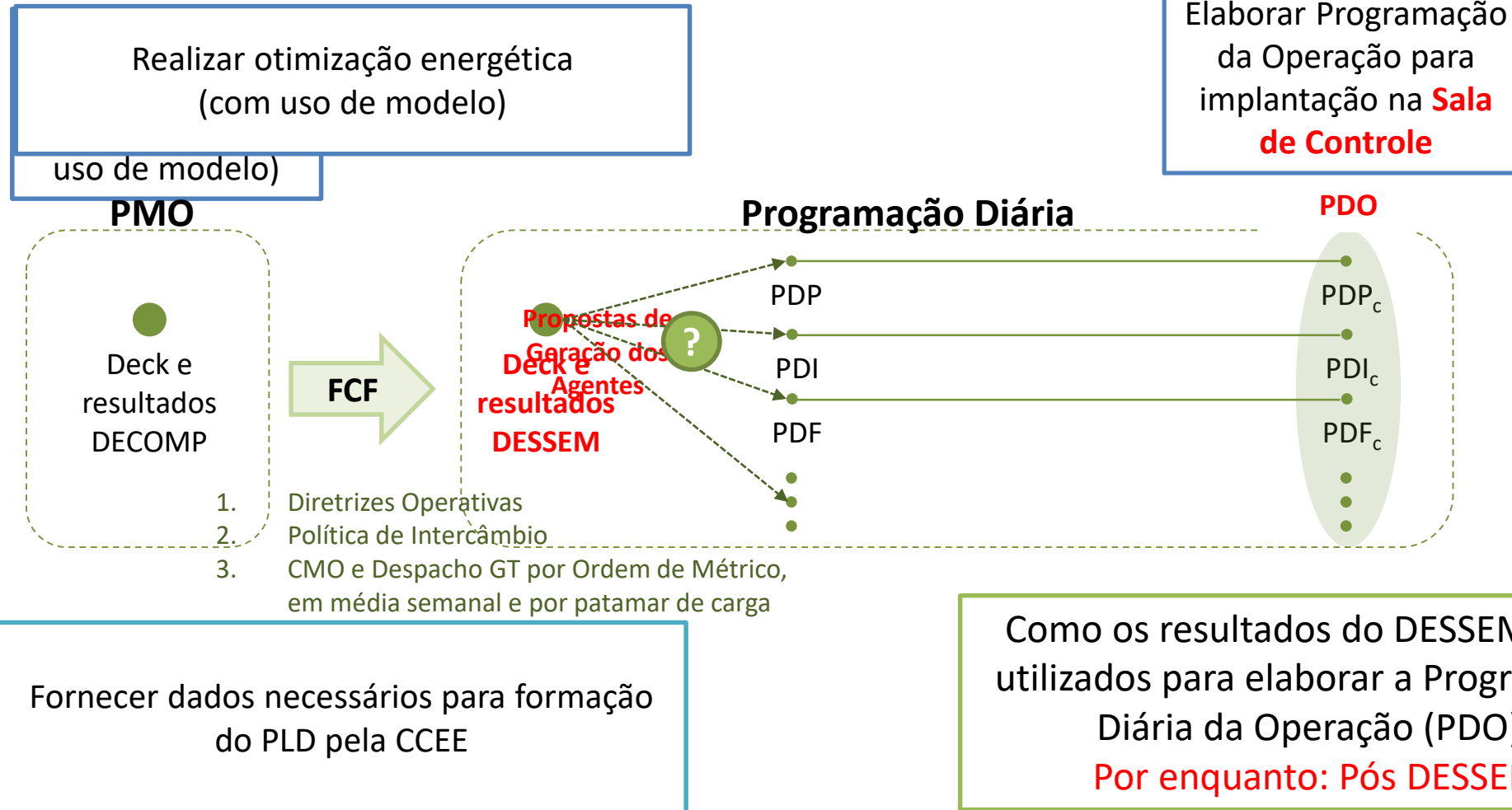
D = Dia da Programação Diária



D+ i = dias consecutivos para acoplamento com a FCF do DECOMP

O que muda na Programação Diária com o DESSEM

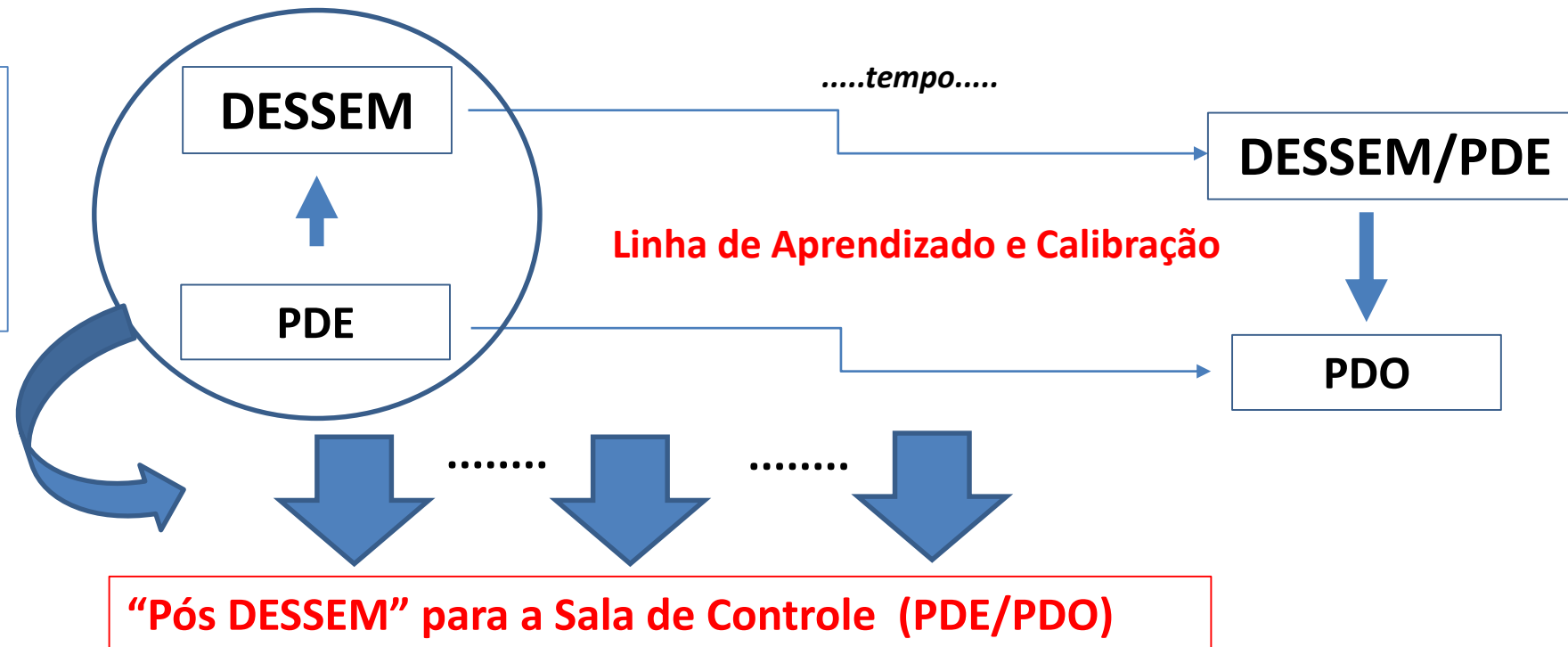
Após Implantação DESSEM



Estado da Arte – Desafios a serem vencidos

- Diferenças significativas entre gerações de UHEs em relação à programação diária atual - PDE
- Deplecionamento excessivo de reservatórios
- Política de operação diferente da praticada pela programação diária atual
- Implementar restrições apenas declaradas em tempo de programação

- Hoje, os resultados do DESSEM diferem dos da Programação Diária - PDE.
- Busca-se a convergência o mais rápido possível (*tempo*)





Workshop on Computing Efficient Energy Prices



Obrigado – Material de Apoio

Mario Daher
Gerente Executivo

Florianópolis
16/10/2019



O Modelo DESSEM
Alguns requisitos básicos para o uso na
Programação e na formação de preço

A Lógica da Operação Ótima...

Cadeia de Modelos no Curto Prazo – CMO e PLD_h

DECOMP – Usinas Individualizadas



DESSEM – Usinas e Rede completa

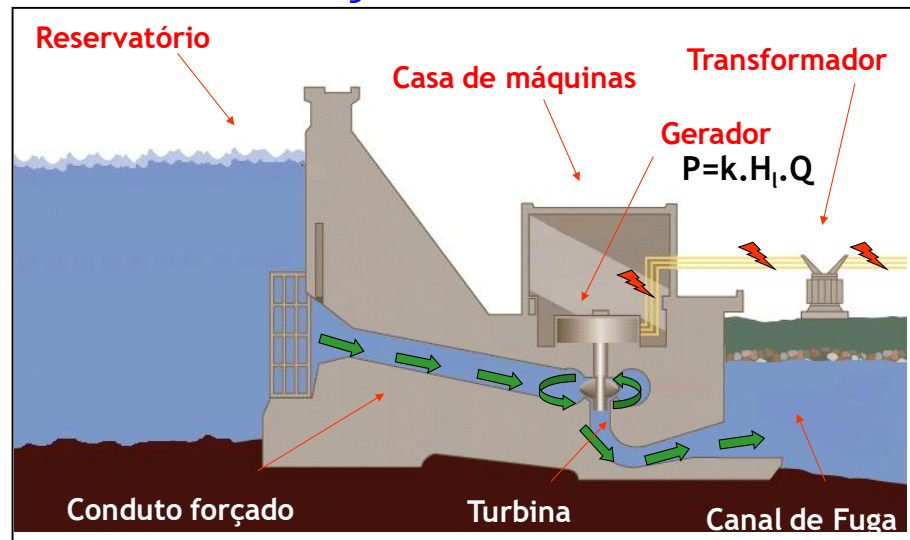


Função de Custo Futuro
(FCF)

- Modelo de Programação Semanal/Mensal
- Volume Armazenado em cada reservatório

- Modelo de Programação Diária
- Representação da Rede completa – *Flow DC*

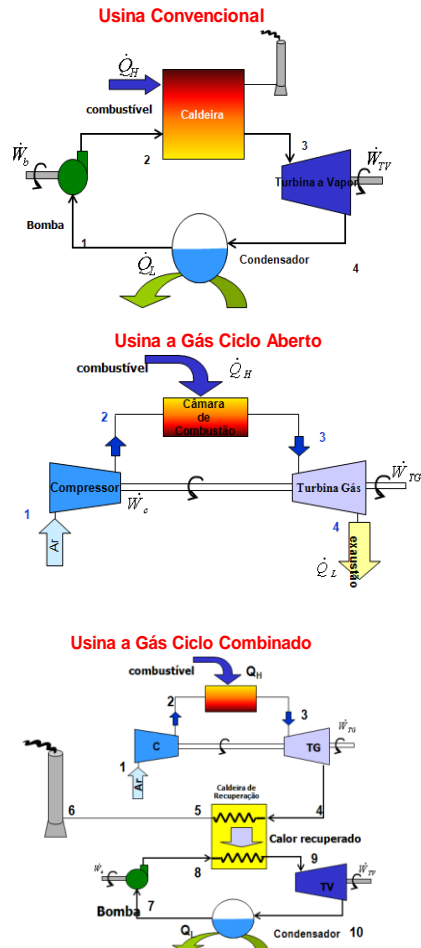
Geração Hidráulica



Restrições Operativas de cada UHE

- ✓ Nível de armazenamento / faixa operativa do reservatório, defluências (máximas/mínimas), taxas de variação, volume de espera, tempo de viagem;
- ✓ Perda de potência (queda líquida, razões elétricas / mecânicas);
- ✓ Faixa operativa do gerador: Geração mínima (cavitação) / Geração máxima (disponibilidade);
- ✓ Operação Gerador / Síncrono;
- ✓ Rampa de geração (elevação / redução);
- ✓ Parada e partida de unidades geradoras;
- ✓ Uso Múltiplo e Ambientais;
- ✓ Regras Operativas;
- ✓ Outras.

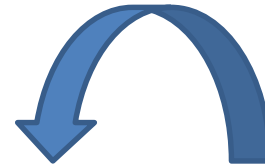
Geração Térmica



Restrições Operativas de cada UTE

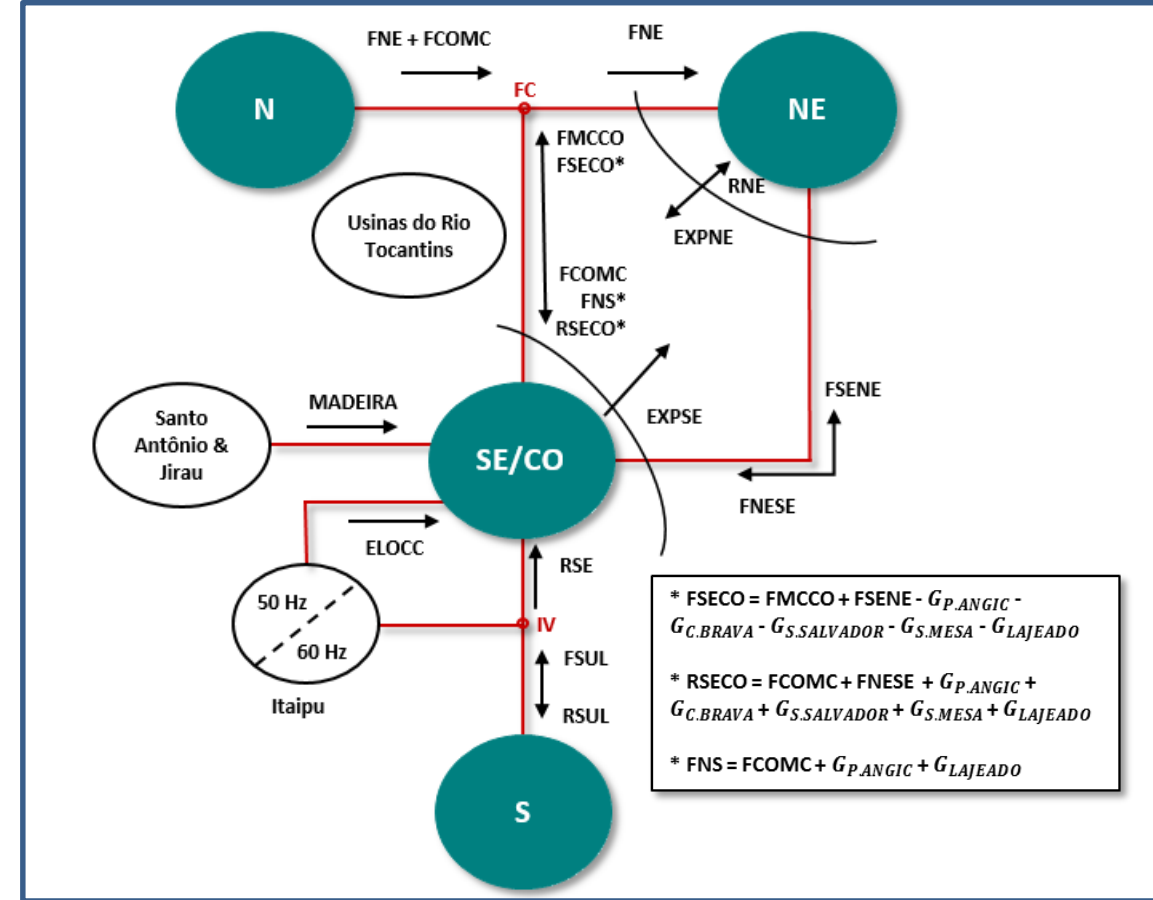
- ✓ Perda de potência (razões elétricas / mecânicas);
- ✓ Tempo de partida (função condição Fria / Morna / Quente);
- ✓ Rampa de geração (elevação / redução);
- ✓ Faixa operativa: Geração mínima / máxima (disponibilidade);
- ✓ Tempo mínimo de operação;
- ✓ Parada e partida de unidades geradoras;
- ✓ Tempo mínimo entre parada e partida;
- ✓ Tempo para fornecimento de combustível;
- ✓ Outras.

A Representação do Sistema Transmissão no Dessem

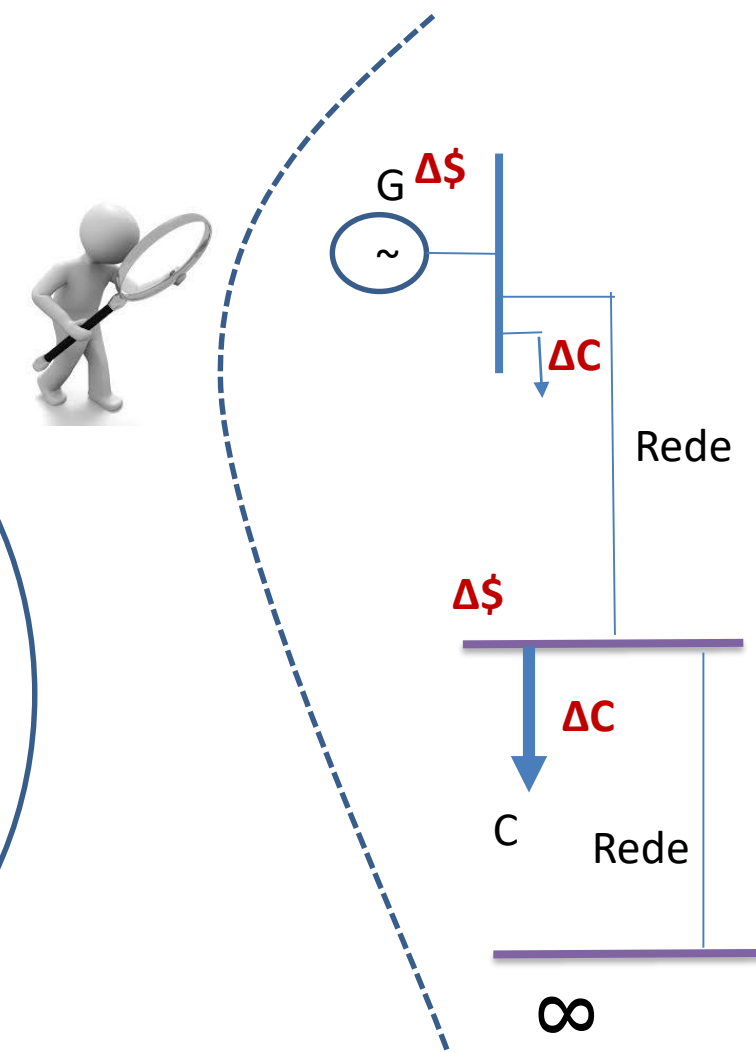
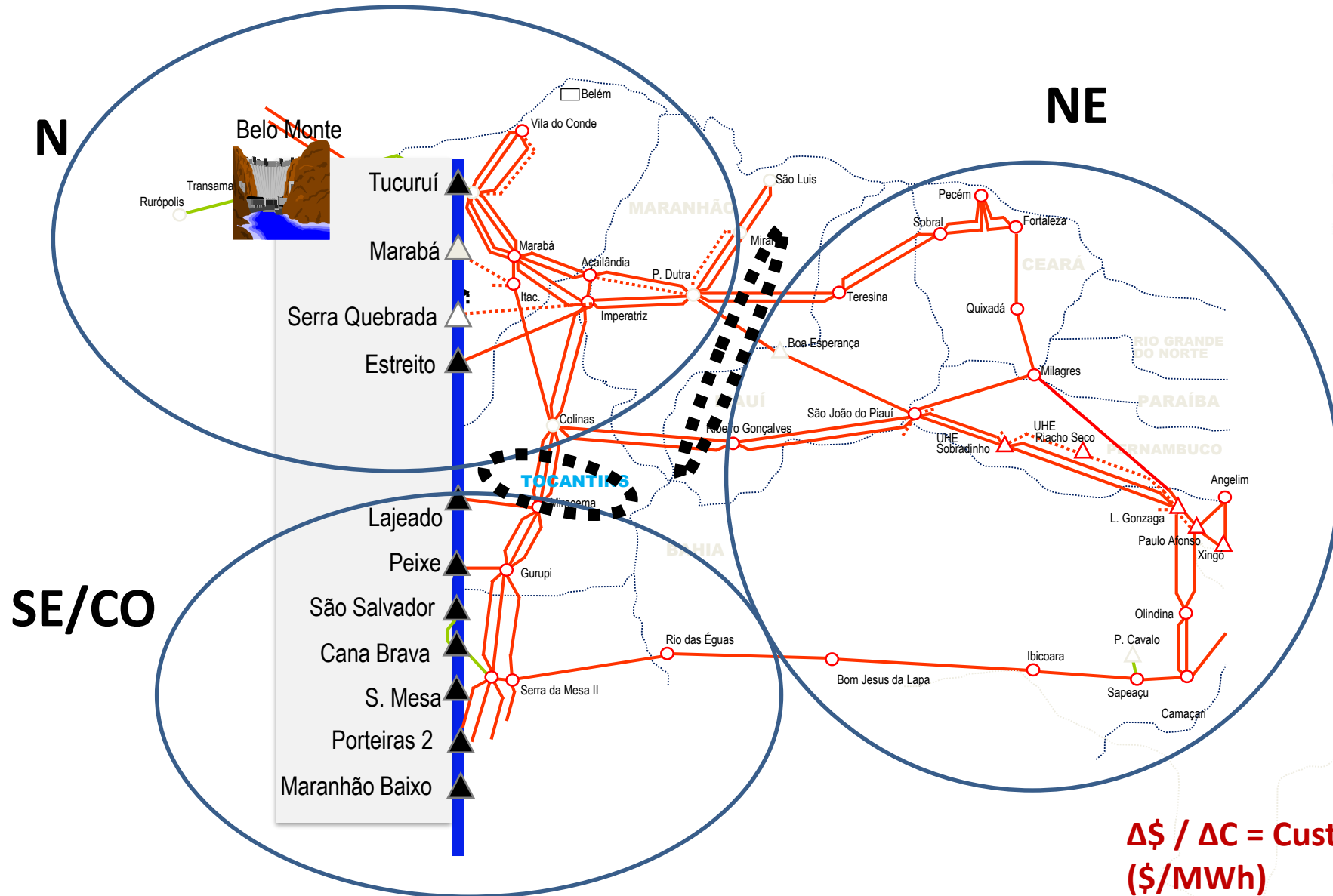


Usinas Individualizadas e Rede Completa

DECOMP



A Representação do Rede no Dessem



$\Delta\$ / \Delta C = \text{Custo Marginal de Operação na barra}$
 (\$/MWh)

A Representação do Rede no Dessem

✓ Rede Elétrica

Caso Base Mensal

Topologia e Carga (distribuição espacial)

Intervenções para o dia (desligamentos na transmissão)

Atualização da topologia (novos equipamentos, medidas operativas etc)

Limites de equip. apenas da Rede de Operação do ONS

Rede Básica + Rede Complementar

Limites de fluxos para controle de sobrecarga em emergência

Inequações conforme instruções de operação do ONS

Limites de Segurança

Linearizados e tabelados a partir das instruções de operação do ONS

Planejamento
Elétrico Mensal

SGI

Informações
da operação

Caso Base

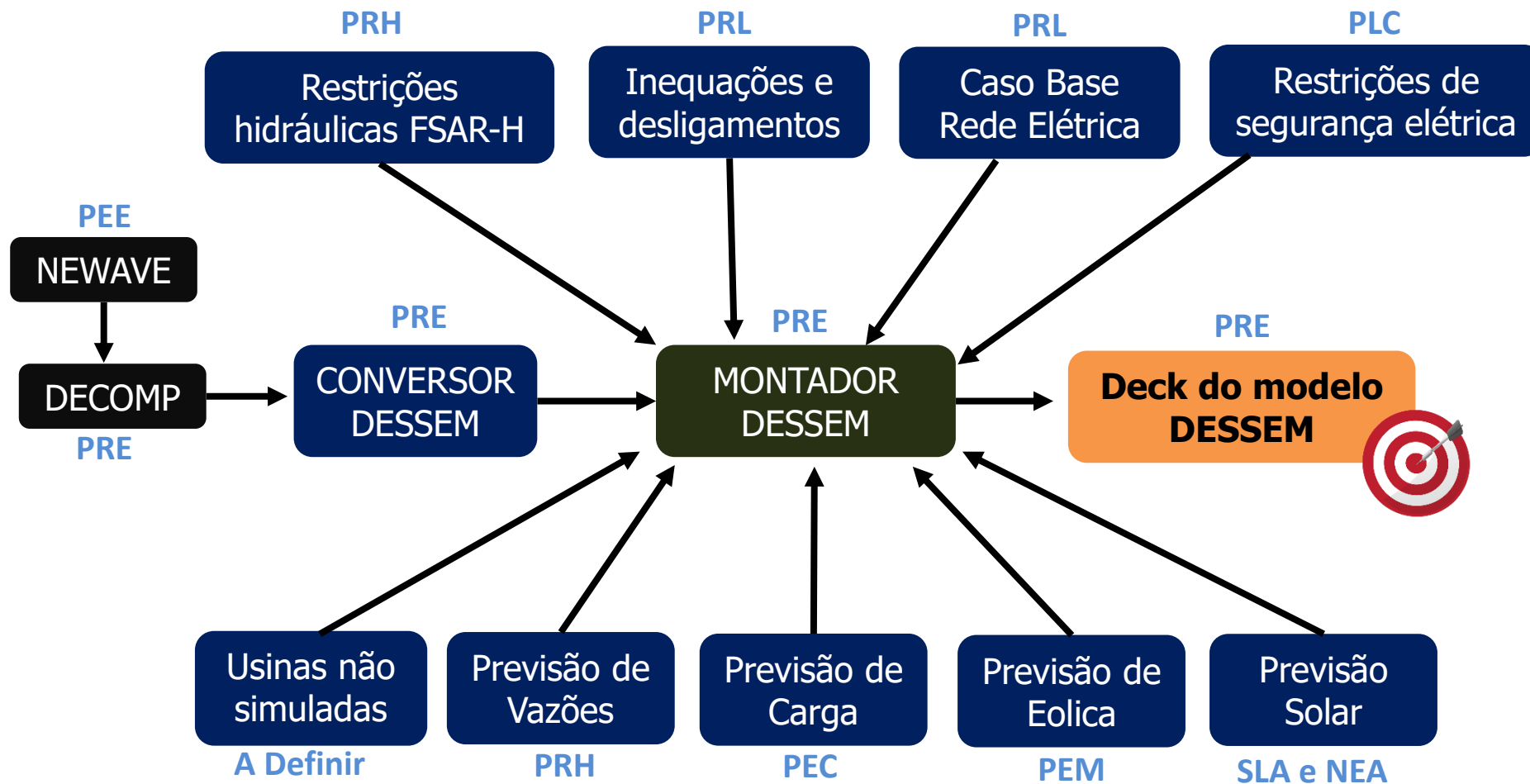
Planejamento
Elétrico
Quadrimestral e
Mensal

Fonte: Seminário Apine/Abracel em BSB – palestra do ONS

Requisitos para a Implantação do DESSEM

- Definições metodológicas
- Insumos
- **Automatização e controle de todo o processo**
- Revisão de acordo operacional ONS-CCEE
- Alterações legais, regulatórias e de procedimentos de rede
- Preparação dos Agentes
- Decisões CPAMP
- Autorização para uso do modelo

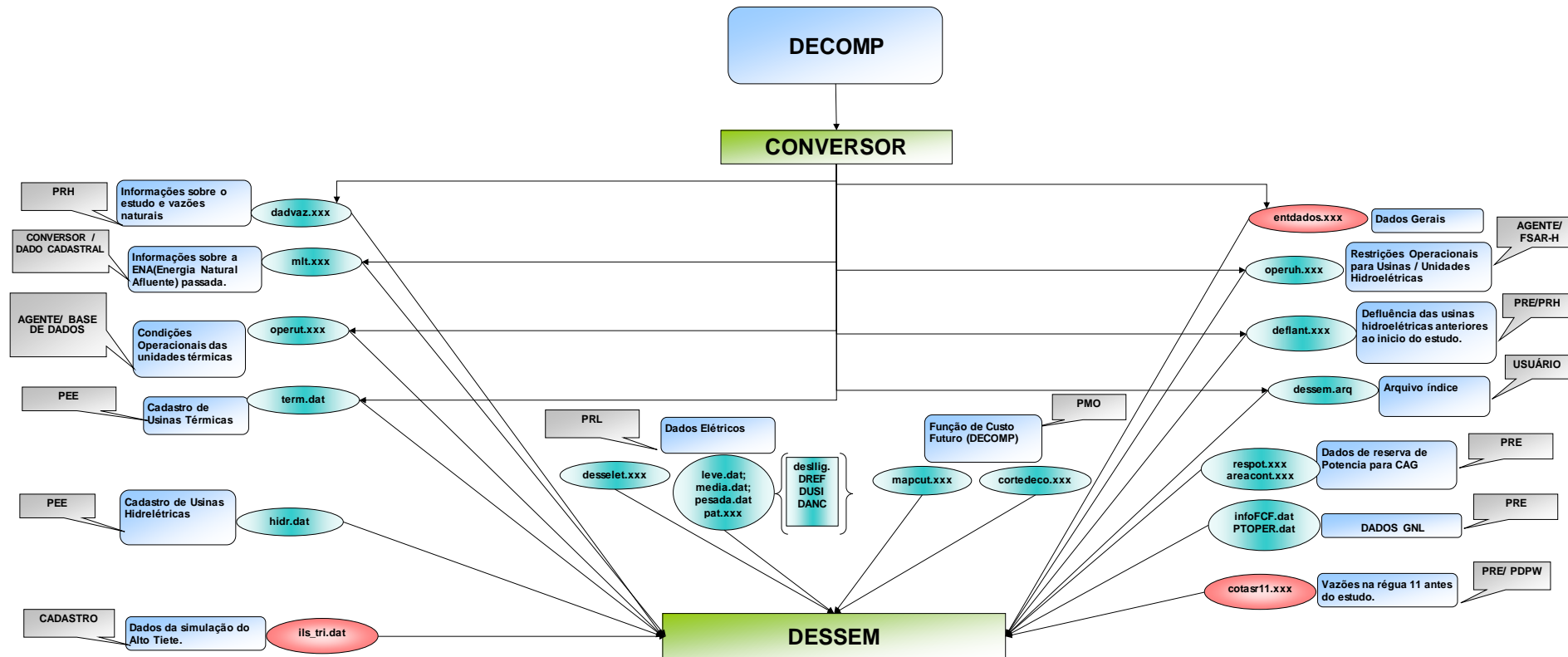
Implantação do DESSEM – os Macro Processos Multidisciplinares



Estudos Energéticos (Planejamento/Programação), Hidrologia, Meteorologia, Estudos Elétricos (Planejamento/Programação), Estudos de Mercado, TI

Implantação do DESSEM – arquivos e dados

■ Automatização e controle de todo o processo



Responsabilidades da Programação Diária

- **DPL**
 - PEE
 - Elaborar a Função de Custo Futuro
 - Elaborar as Estimativas dos Valores de CMOs Anuais e Estimativa do Montante Financeiro com Encargos de Serviços do Sistema por Razões Elétricas (ESS)
 - PEC
 - Elaborar previsão de carga nos dias úteis e disponibilizá-la diariamente até às 12h
 - Coordenar no ONS o desenvolvimento, manutenção corretiva e evolutiva do modelo de previsão de carga utilizado no processo
 - PEM
 - Elaborar previsão eólica nos dias úteis e disponibilizá-la para PRE diariamente até às 12h
 - Coordenar no ONS o desenvolvimento, manutenção corretiva e evolutiva dos modelos desenvolvidos pelo CEPEL que são utilizados no processo
 - PLC
 - Elaborar Nota Técnica as restrições de Segurança Elétrica para DESSEM

Responsabilidades da Programação Diária

- **DOP**

- PRE

- Rodar DECOMP e disponibilizar deck e resultados toda sexta até às 12 h
 - Rodar DESSEM e disponibilizar deck e resultados nos dias úteis até 16 h
 - Elaborar PDP nos dias úteis e disponibilizá-lo até às 17 h

- PRH

- Disponibilizar para PRE restrições hidráulicas atualizadas pelos agentes (FSAR-H) diariamente até às 12 h
 - Elaborar previsão de vazões nos dias úteis e disponibilizá-la para PRE diariamente até às 12 h

- PRL

- Definir inequações e desligamentos para Programação e disponibilizar para PRE nos dias úteis até às 12 h
 - Elaborar caso base da rede elétrica a ser utilizado na Programação e disponibilizar para PRE nos dias úteis até às 12 h
 - Implantar no DESSEM as restrições de segurança elétrica indicadas pela PLC

Responsabilidades da Programação Diária

- **DOP**
 - SLA e NEA
 - Elaborar previsão de geração solar nos dias úteis e disponibilizá-la para PRE diariamente até às 12h
 - NCA
 - Elaborar PDO nos dias úteis e disponibilizá-lo até às 16h30min

Conhecimento tácito na Programação Diária não representável no DESSEM

ATIVIDADE

Rateio de vertimento

Realocação/reprogramação de desligamento na etapa de programação diária

Antecipação de operação visando antever operações futuras fora do horizonte (ex. desligamento, operação energética)

Preservação de cabeceiras (política de operação hidroenergética)

Consideração das informações meteorológicas e climáticas no horizonte acima de uma semana

Abertura de barramento de alguns circuitos para resolução de violação

Operações energéticas especiais (vertimentos especiais, rebaixamento de R11, etc)

Implantação do DESSEM - Insumos

✓ Previsão de carga:

Proposição atual: Uso da **carga da programação diária** obtida a partir dos resultados do modelo ANNSTLF (EPRI)

Dados disponibilizados:

- Resultados do ANNSTLF
- Temperatura verificada
- Carga diária 2018

Datas dos treinamentos: 08 e 22/05/18

Avanços previstos: Utilização do PrevCargaDessem

Implantação do DESSEM - Insumos

✓ Previsão de geração por fonte solar

Proposição atual: **Heurística a partir da geração verificada**

Avanços previstos: Utilização de **modelo de previsão de geração fotovoltaica**

Implantação do DESSEM - Insumos

▪ Insumos

✓ Previsão de geração por fonte eólica

Uso de **modelo de previsão de geração de fonte eólica já em uso pelo ONS**. Esta previsão é a combinação das previsões de geração resultantes de previsões de vento dos modelos ETA, BAM, GFS e ECMWF.

Modelo validado pela FT-EÓLICA, documentação final em fase de revisão pelos agentes para posterior encaminhamento à ANEEL.

Dados disponibilizados:

- função de transformação de vento em potência por grupos de usinas,
- o vento previsto de cada provedor, corrigido de seu viés,
- os fatores de combinação das diferentes previsões de geração e
- os parâmetros para reagrupamento das usinas pelas barras elétricas do DESSEM

<https://agentes.ons.org.br/publicacao/dessem-geracaoeolica/dados/>

Fonte: Seminário Apine/Abracel em BSB – palestra do ONS

Implantação do DESSEM - Insumos

- ✓ **Dados de empreendimentos solicitados aos agentes e autorizados para uso pela ANEEL**

Dados hidráulicos: polinômios e volumes já sendo revistos pelos agentes

Dados térmicos: restrições de rampa e duração

- ✓ **Demais dados de entrada**

Régua 11

Carga da ANDE

✓ Alterações legais nos Procedimentos de Rede

- Módulo 5 - Consolidação da previsão de carga
- Módulo 7 - Planejamento da operação energética
- Módulo 8 - Programação diária da operação eletroenergética
- Módulo 9 - Recursos hídricos e meteorologia
- Módulo 10 - Manual de Procedimentos da Operação
- Módulo 18 - Sistemas e modelos computacionais
- Módulo 23 - Critérios para estudos

DESSEM - sites de divulgação de material

✓ Site ONS:

- ✓ Deck de dados do DESSEM
- ✓ Dados para a previsão de vazões
- ✓ Dados para a previsão de geração eólica
- ✓ Dados de carga (resultados ANNSTLF, temperatura verificada, carga diária)*
- ✓ Resultados do CMO semi-horário

Em um segundo momento

- ✓ Relatório de diferenças entre a programação diária e os resultados do modelo
- ✓ Desenvolvimento de ferramenta de análise

(*) ainda sendo operacionalizado para divulgação



The screenshot displays the ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) website. The header features the ONS logo and the text 'Operador Nacional do Sistema Elétrico'. Below the header, there is a search bar and a navigation menu with the following items: CONHEÇA O SISTEMA, AMPLIAÇÕES E REFORÇOS NA REDE BÁSICA, AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES FUTURAS DA OPERAÇÃO, AVALIAÇÃO DE CURTO PRAZO DA OPERAÇÃO, RESULTADOS DA OPERAÇÃO, ANÁLISE DA CARGA DE ENERGIA E DEMANDA, INDICADORES DE DESEMPENHO DO SIN, INTEGRAÇÃO DE INSTALAÇÕES AO SIN, and ADMINISTRAÇÃO DOS SERVIÇOS DE TRANSMISSÃO. The main content area is titled 'NOTÍCIAS' and includes a section 'ACESSE OS SISTEMAS DO ONS' with a date '27/07' and a sub-section 'Modelo de Previsão Chuva-Vazão'. The text in this section states: 'Está disponível para todos os agentes associados o aplicativo SMAP/ONS, bem como sua documentação. Para tanto, os associados do ONS devem acessar o CDRE, no item "Meus Dados Cadastrais", quadro "Relação Profissional" e associar-se ao processo SMAP/ONS. Os agentes comercializadores devem fazê-lo através do site da CCEE, [acesse o link](#).' Below this, there is a section 'ULTIMAS ATUALIZAÇÕES' with dates '30/07' and '27/07', and links to 'Ata da reunião do PMO Agosto de 2018 (26 e 27/07/2018)' and 'Sumário Executivo PMO (NT) - semana de 28/07/2018 a 03/08/2018'. On the right side, there is a sidebar with a logo for 'Operação Sombra' and the text 'Plataforma compartilhada ONS-CCEE sobre Preço Horário', 'Operação Sombra Modelo DESSEM', and 'Previsão de Vazões'.

DESSEM: sites de divulgação de material

- ✓ Site conjunto ONS/CCEE: no ar desde 27/04



[INÍCIO](#) [NOTÍCIAS](#) [DOCUMENTOS](#) [CONTRIBUIÇÕES](#) [DEIXE SUA CONTRIBUIÇÃO](#)

PREÇO HORÁRIO DA ENERGIA - "OPERAÇÃO SOMBRA"

Desde 16 de abril, o ONS e a CCEE estão aplicando o modelo DESSEM em um processo denominado "operação sombra", respectivamente simulando o cálculo do CMO e do despacho das usinas em intervalos semi-horários, e o cálculo do PLD em intervalos horários. Esse processo tem como objetivo avaliar o desempenho do modelo, tanto no que se refere ao tempo de processamento computacional quanto à adequação dos resultados. Sua divulgação permite que todas as instituições envolvidas na Programação Diária da Operação e no cálculo do PLD, incluindo os agentes de geração e de comercialização, adaptem seus processos para as mudanças decorrentes da formação do preço horário.

Essa operação atende ao estabelecido pela Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP, que, em 27/07/2017, deliberou pela priorização de trabalhos visando à implementação do preço horário a partir de janeiro/2019, por meio do uso do modelo DESSEM. Posteriormente, em 29/03/2018, a CPAMP determinou que a CCEE e o ONS compartilhassem a coordenação das atividades relacionadas à implementação do preço horário.

Uma das atividades dessa coordenação é a criação de uma plataforma conjunta de divulgação permanente junto aos agentes e ao mercado de informações relacionadas ao processo sombra e às mudanças nas Regras de Comercialização e nos Procedimentos de Rede. Esta plataforma permitirá a divulgação de notícias atualizadas, documentação da metodologia utilizada e recebimento de contribuições relativas ao tema.

As contribuições que venham a ser aqui registradas terão encaminhamento conforme sua natureza: de operação, de mercado ou da regulação.

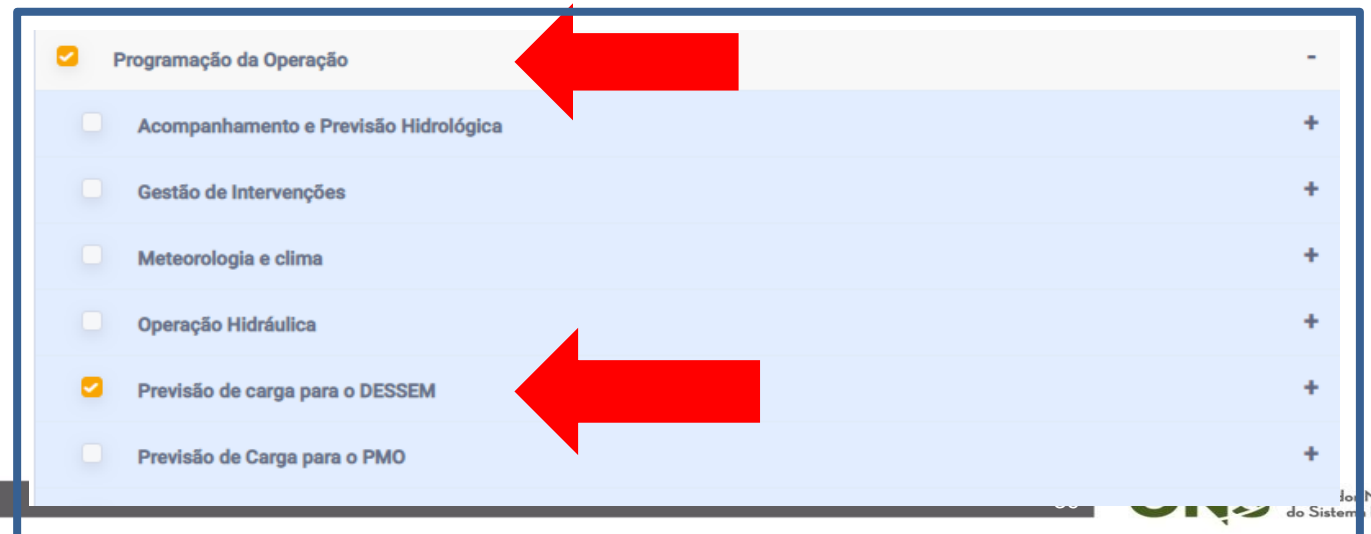
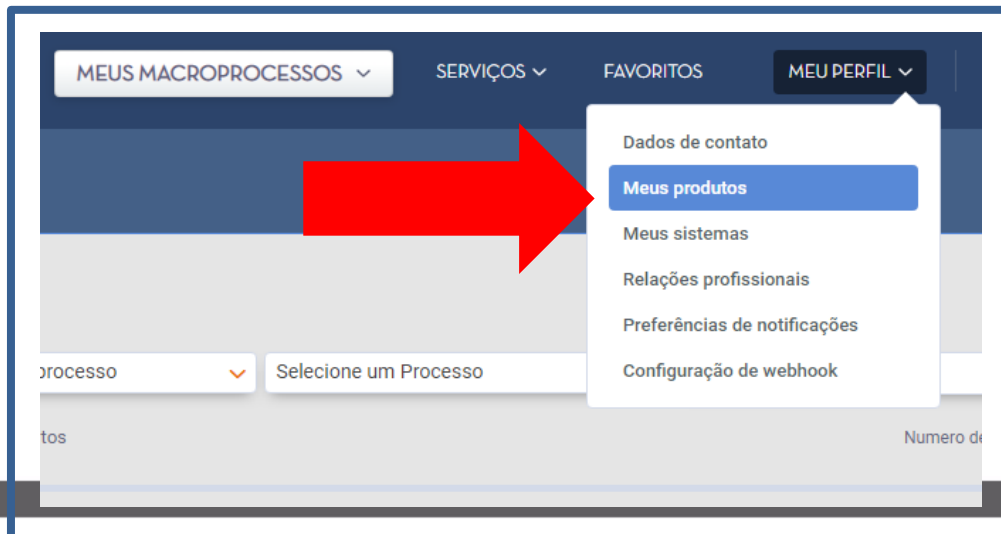
Caminho SINTEGRE para previsão de carga

- 1) Adicionar previsão de carga para o DESSEM como produto pessoal

No campo “MEU PERFIL”, selecionar “Meus produtos”

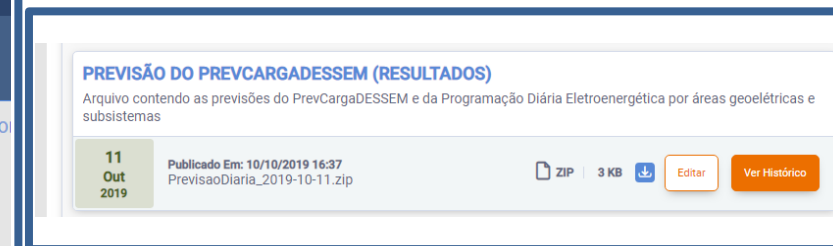
Selecionar a caixa de “Programação da Operação”

Selecionar a caixa de “Previsão de carga para o DESSEM”



Caminho SINTEGRE para previsão de carga

- 2) Acessar previsão de carga para o DESSEM

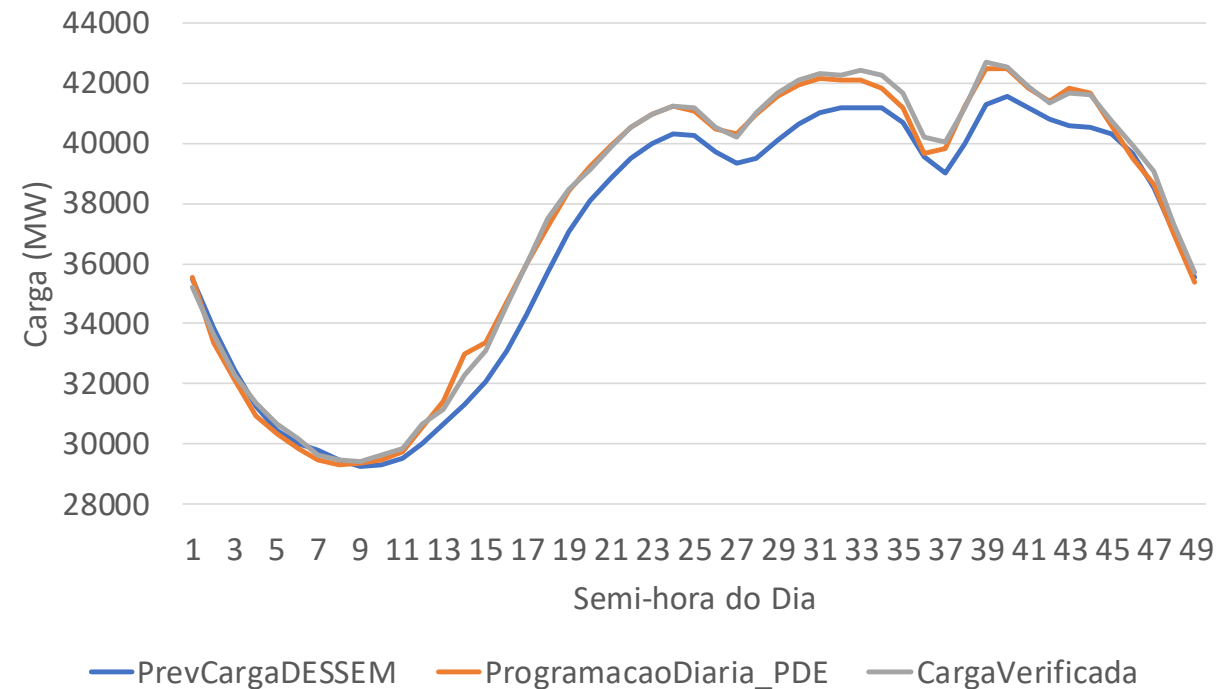


PREVISÃO DO PREVCARGADESSEM (RESULTADOS)" para o dia 10/10/2019

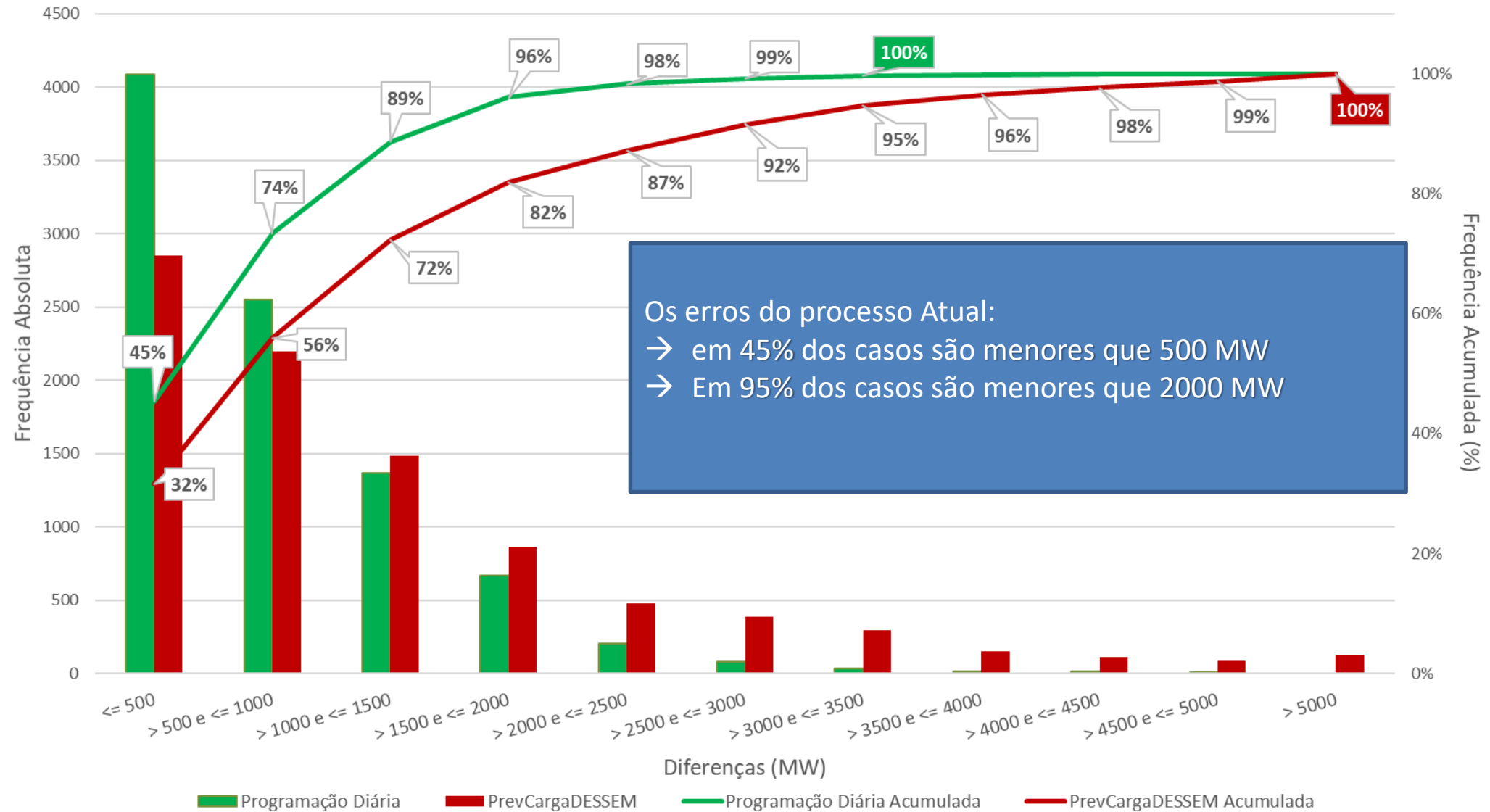
Planilha de Resultados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Area	DataHora	PrevCargaDESSEM	ProgramacaoDiaria_PDE	CargaVerificada	APE_PrevCargaDESSEM	APE_PDE	MAPE_PrevCargaDESSEM	MAPE_PDE
2	SECO	10/10/2019 00:00	35490	35525	35200	0,823863636	0,923295455	2,086705833	0,550693901
3	SECO	10/10/2019 00:30	33875	33383	33631,9	0,722825651	0,740071182		
4	SECO	10/10/2019 01:00	32460	32117	32293,5	0,515583631	0,546549615		
5	SECO	10/10/2019 01:30	31275	30948	31368,3	0,297434034	1,339887721		
6	SECO	10/10/2019 02:00	30435	30332	30634,7	0,651875161	0,988095199		
7	SECO	10/10/2019 02:30	30005	29820	30158,8	0,50996724	1,123386872		
8	SECO	10/10/2019 03:00	29761	29462	29622,8	0,466532536	0,542825121		
9	SECO	10/10/2019 03:30	29482	29319	29481,8	0,000678385	0,552205089		
10	SECO	10/10/2019 04:00	29271	29329	29430,1	0,540602988	0,343525846		
11	SECO	10/10/2019 04:30	29277	29460	29650,1	1,258343142	0,641144549		
12	SECO	10/10/2019 05:00	29534	29743	29821	0,962409041	0,261560645		
13	SECO	10/10/2019 05:30	30022	30559	30643,6	2,028482293	0,276077223		
14	SECO	10/10/2019 06:00	30638	31419	31161,4	1,679642121	0,826663757		
15	SECO	10/10/2019 06:30	31298	33009	32289,8	3,071558201	2,227328754		
16	SECO	10/10/2019 07:00	32080	33352	33077	3,014179037	0,831393415		
17	SECO	10/10/2019 07:30	33079	34715	34617,8	4,445112052	0,280780408		

Gráfico dos Valores

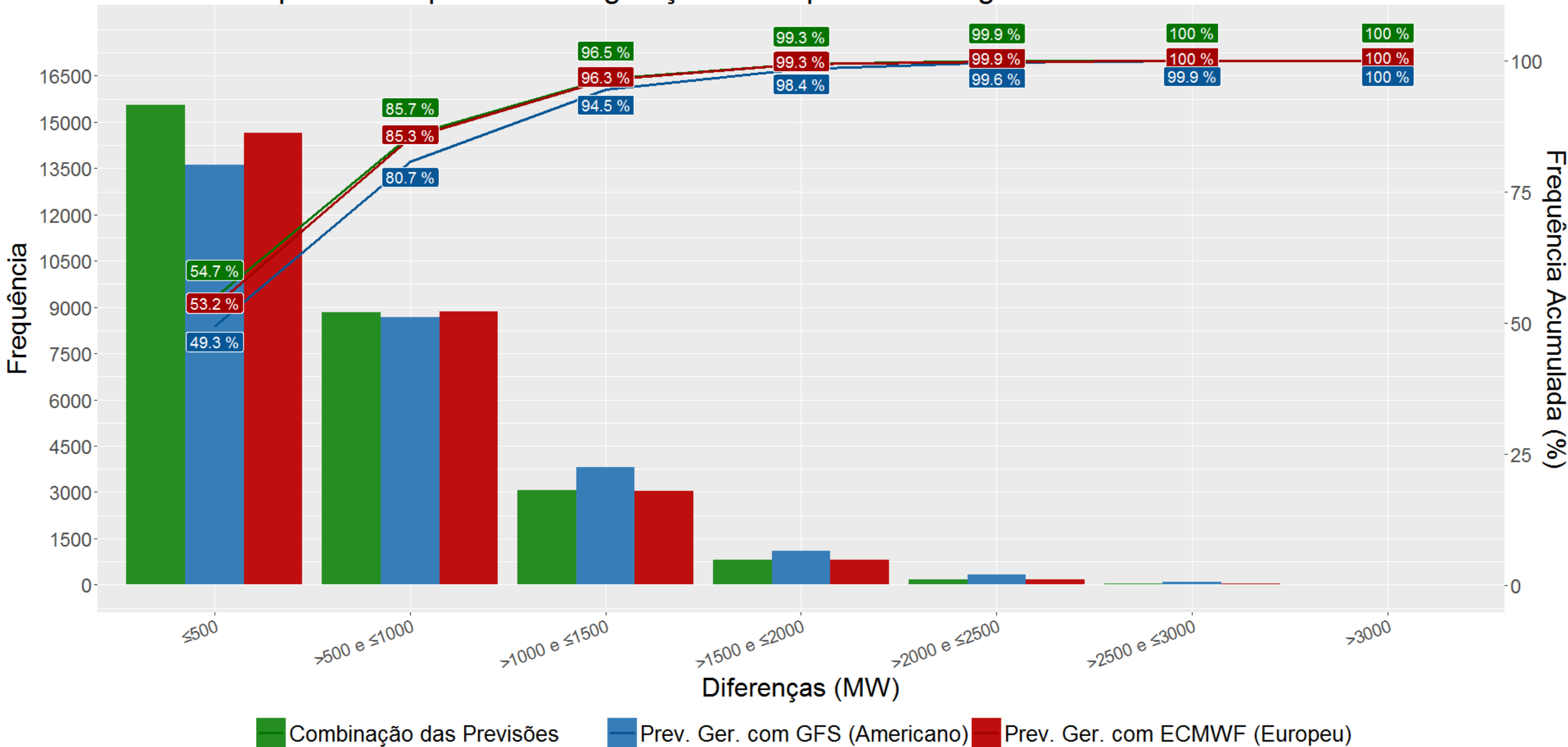


Desempenho Programação Diária e PrevCargaDESSEM Sudeste - 02/01/2019 a 08/07/2019



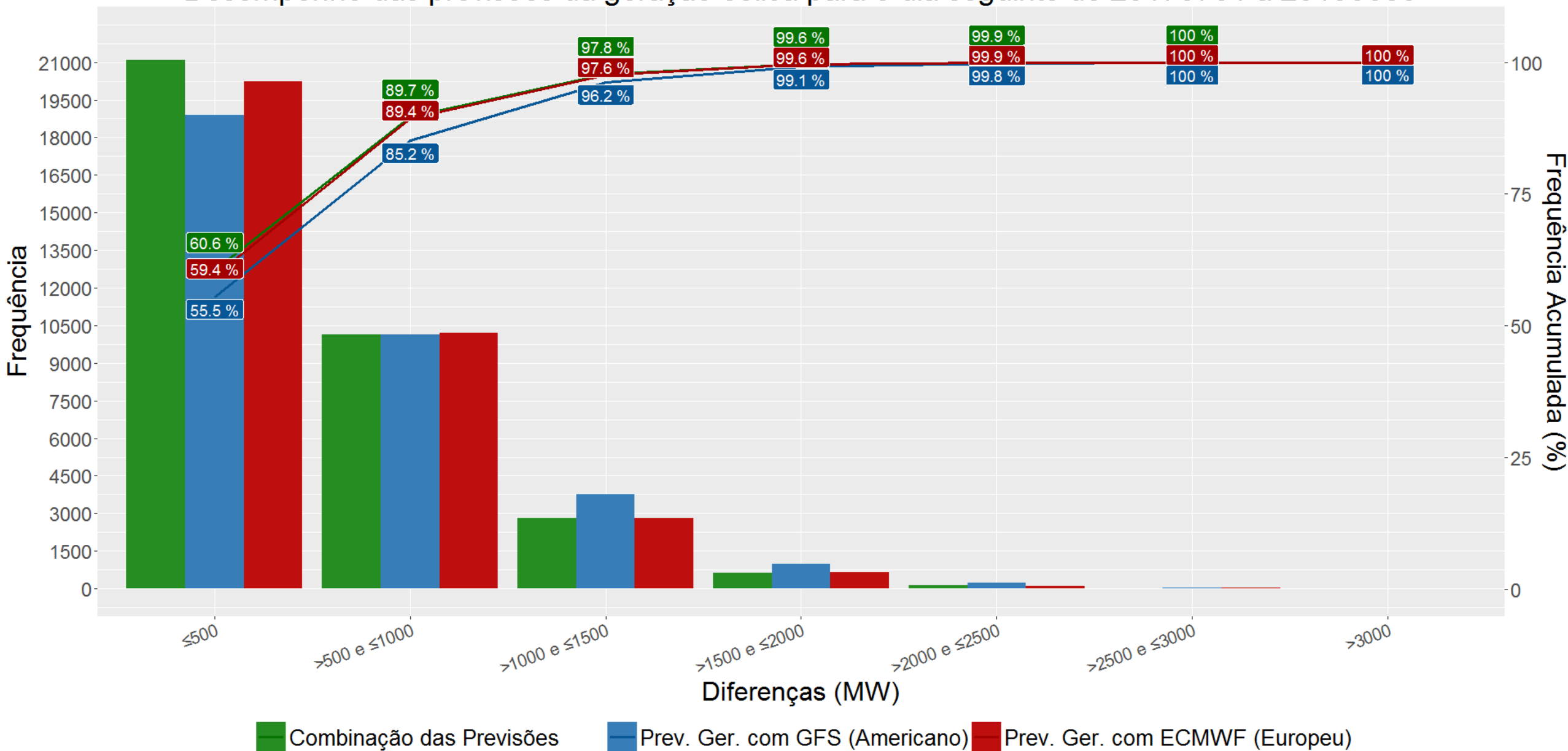
Sistema Interligado Nacional

Desempenho das previsões da geração eólica para o dia seguinte de 20170701 a 20190630



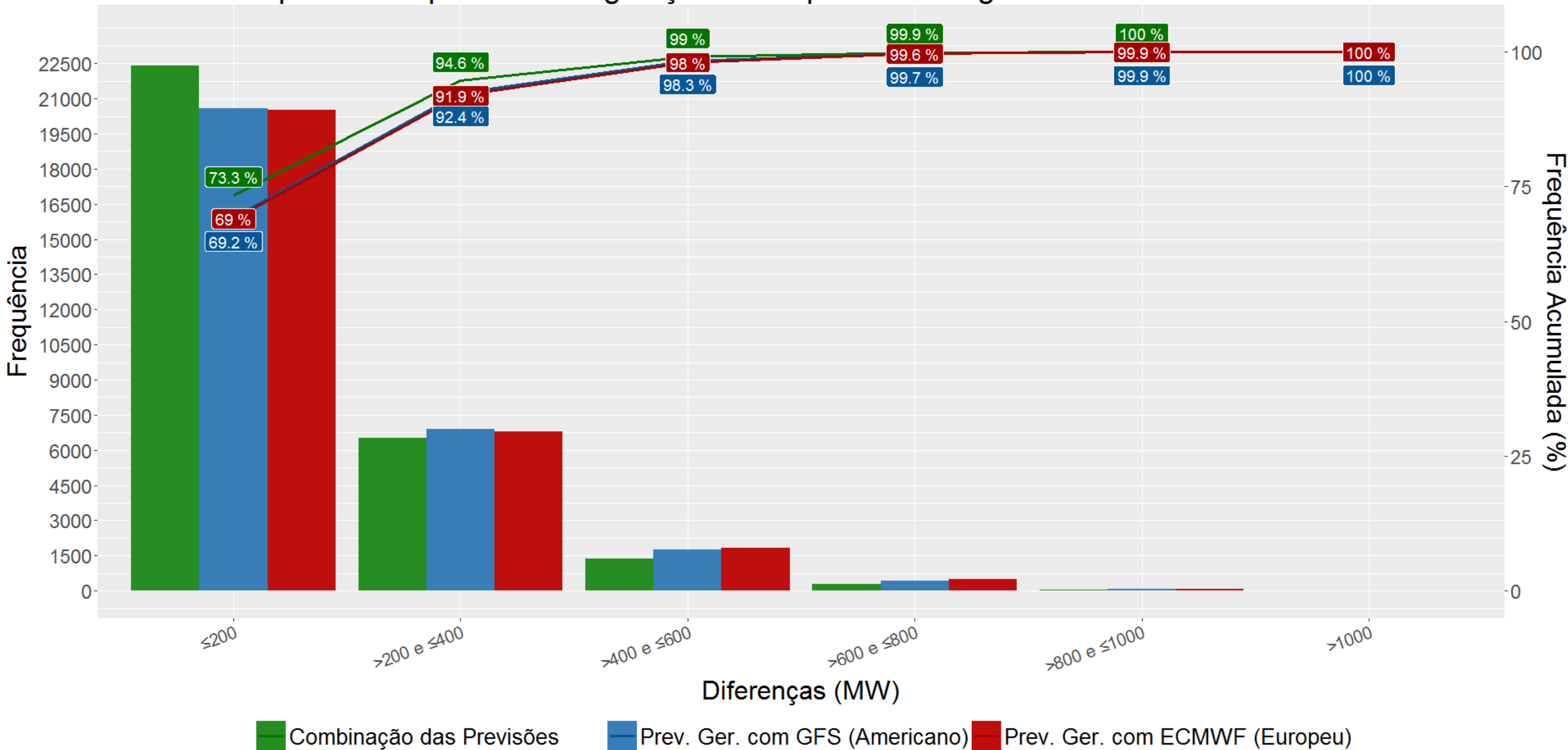
Subsistema Nordeste

Desempenho das previsões da geração eólica para o dia seguinte de 20170701 a 20190630



Subsistema Sul

Desempenho das previsões da geração eólica para o dia seguinte de 20170701 a 20190630





Discussões sobre titulação térmica

Titulação do despacho térmico

Como é hoje:

- **PLD:** resultado do DECOMP (por patamar)
- **CMO:** resultado do DECOMP (por patamar) GT -> programação diária (30 min)

Titulação: razões do despacho a partir de mérito estabelecido pelo CMO DECOMP

A partir de 2020:

- **PLD:** resultado do DECOMP (por patamar)
- **CMO:** resultado do DESSEM (semi-horário e por barra) GT -> programação diária (30 min)

Titulação: razões do despacho a partir de mérito estabelecido pelo CMO DESSEM, portanto diferente da proposta do DECOMP

FIM