

PMO  PLD

FT PrevCargaDESSEM

6ª Reunião com os agentes
20/04/2021

Agenda

- Abertura
- Visão Geral do Modelo PrevCargaDESSEM/Combinado
- Aprimoramento Metodológico
- Resultados Comparativos
- Testes de Execução
- Próximos passos
- Perguntas



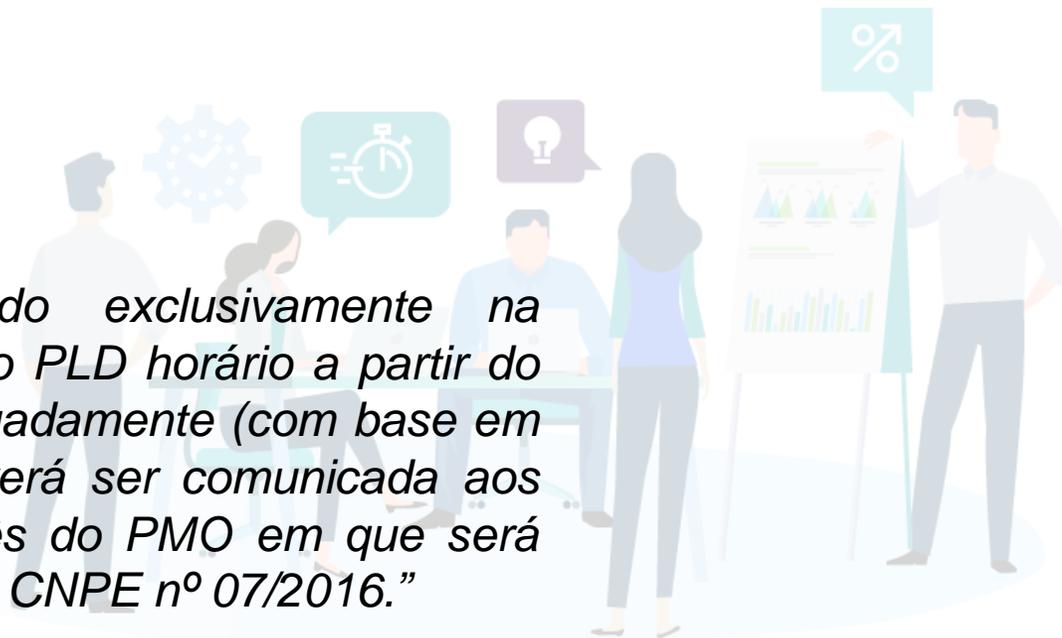
Abertura

- Contextualização

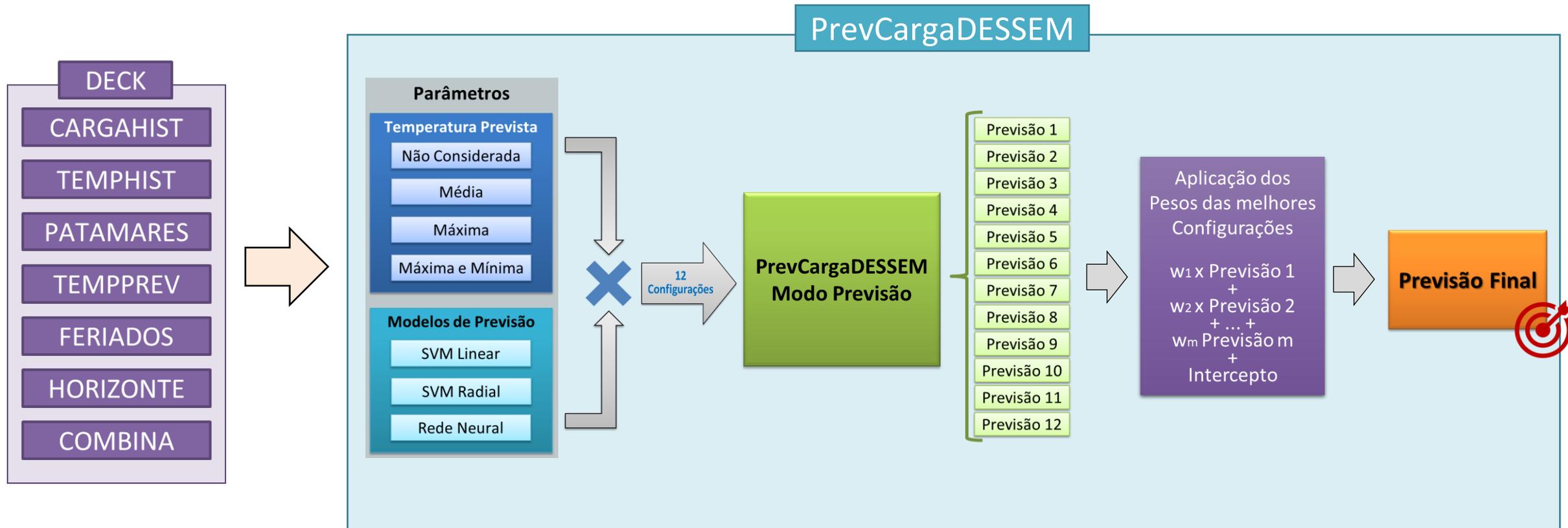
CPAMP 30/07/2020

“O modelo PrevCargaDESSEM será utilizado exclusivamente na Programação Diária da Operação e no cálculo do PLD horário a partir do momento em que estiver prevendo a carga adequadamente (com base em métrica/meta de desempenho). Sua adoção deverá ser comunicada aos Agentes com antecedência não inferior a 01 mês do PMO em que será implementado, conforme §1º, Art. 3º da Resolução CNPE nº 07/2016.”

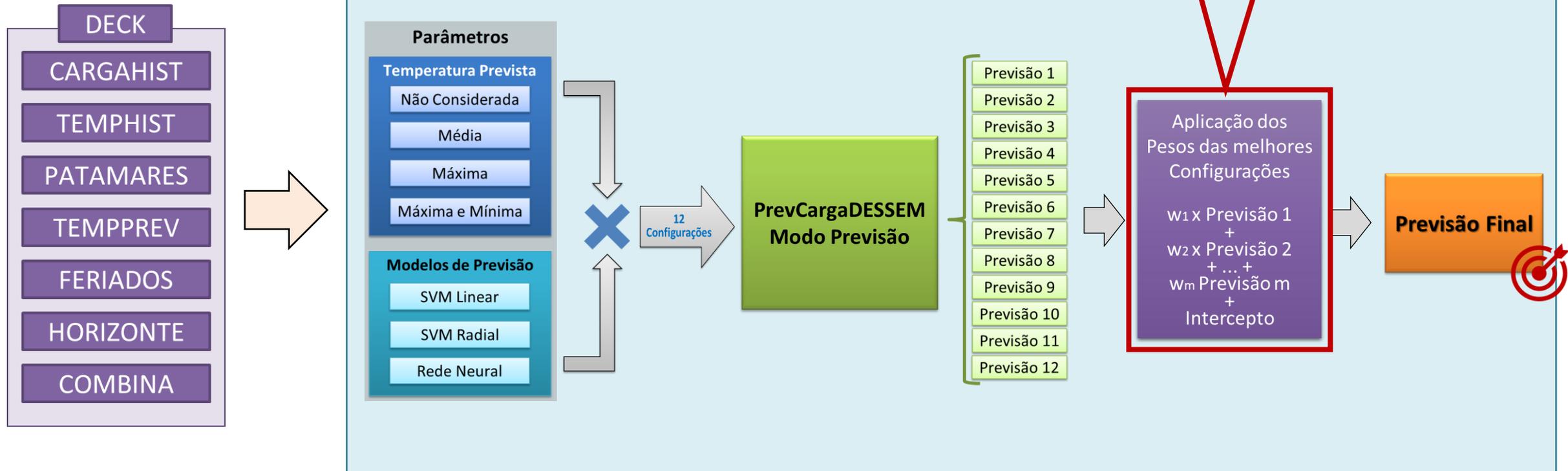
- Objetivo



Visão Geral do Modelo PrevCargaDESSEM



Aprimoramento Metodológico



Aprimoramento Metodológico

Dar peso aos modelos que apresentaram melhor performance no histórico*

Dar “dinamismo” ao viés dos modelos de melhor performance no histórico*

**180 dias anteriores à data de previsão*

Aprimoramento Metodológico – Pesos dos Modelos e Viés Histórico

1) Cálculo do viés e pesos dos modelos

$v_i(t) = ver(t) - prev_i(t)$	$i = 1, \dots, 12$ $t = 1, \dots, N$
$p_i(t) = \frac{n_i(t)}{N}$	

v_i = Viés do modelo i

ver = valor verificado

$prev$ = valor previsto por modelo i

N = Tamanho da amostra (180)

n_i = Número de vezes que o modelo i teve menor desvio

p_i = peso do modelo i

2) Cálculo do viés combinado

$V_c(t) = \sum_{i=1}^{12} v_i(t) * p_i(t)$	$i = 1, \dots, 12$ $t = 1, \dots, N$
$V_{comb}(t) = \alpha * V_c(t - 1) + (1 - \alpha) * V_{prev}(t)$	

V_c = Viés ponderado por peso p_i

v_i = Viés do modelo i

V_{comb} = Viés previsto

V_{prev} = Viés previsto por modelo Holt (histórico do melhor viés)

α = constante

Aprimoramento Metodológico – Aplicação aos Modelos

3) Cálculo da previsão combinada

$$C_{comb}(t) = \sum_{i=1}^{12} C_i(t) * p_i(t) \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, N \end{array}$$

C_{comb} = Carga ponderada por peso p_i
 C_i = carga prevista do modelo i

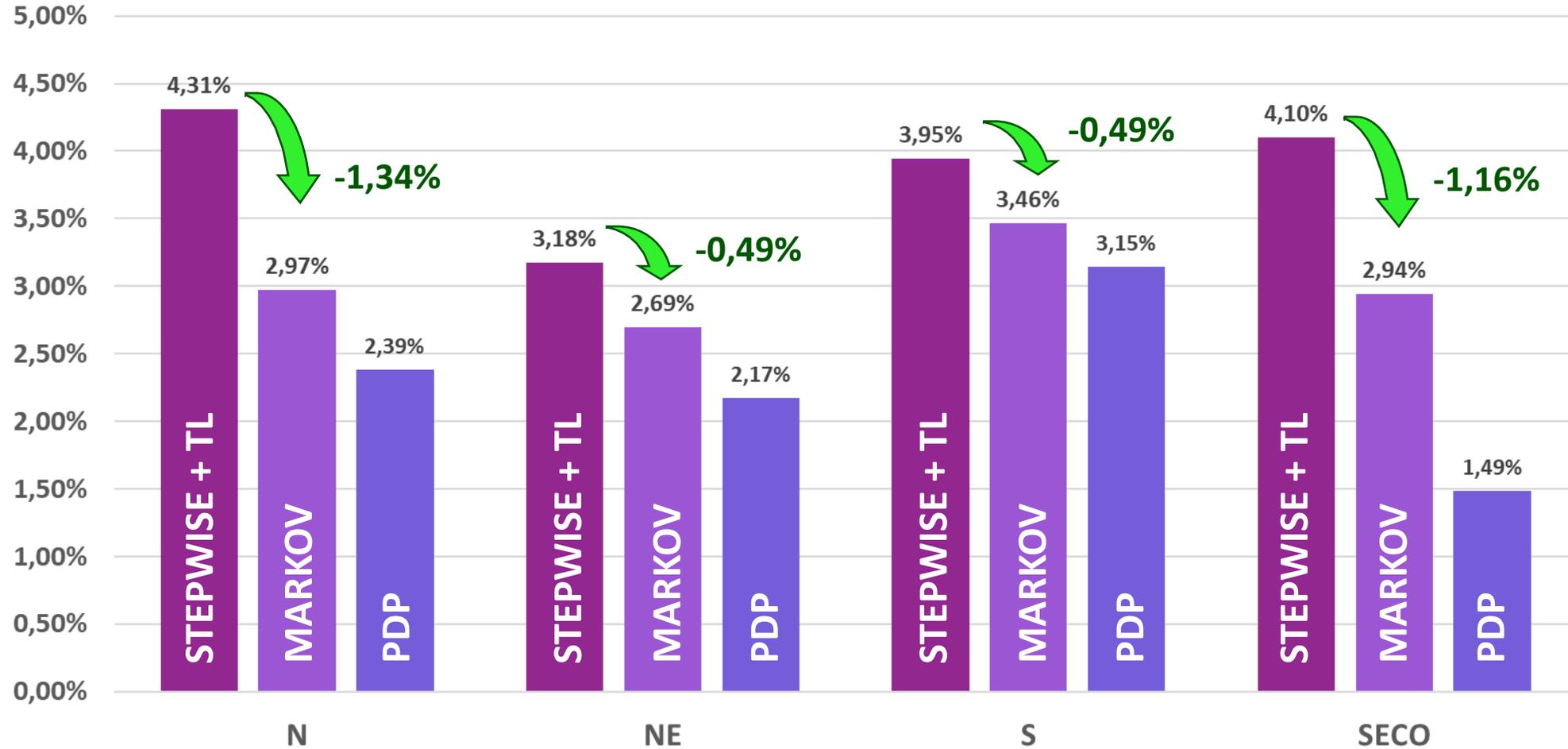
4) Cálculo da previsão final corrigida por viés

$$Carga_{prev}(t + 1) = C_{comb}(t) + V_{comb}(t) \quad t = 1, \dots, N$$

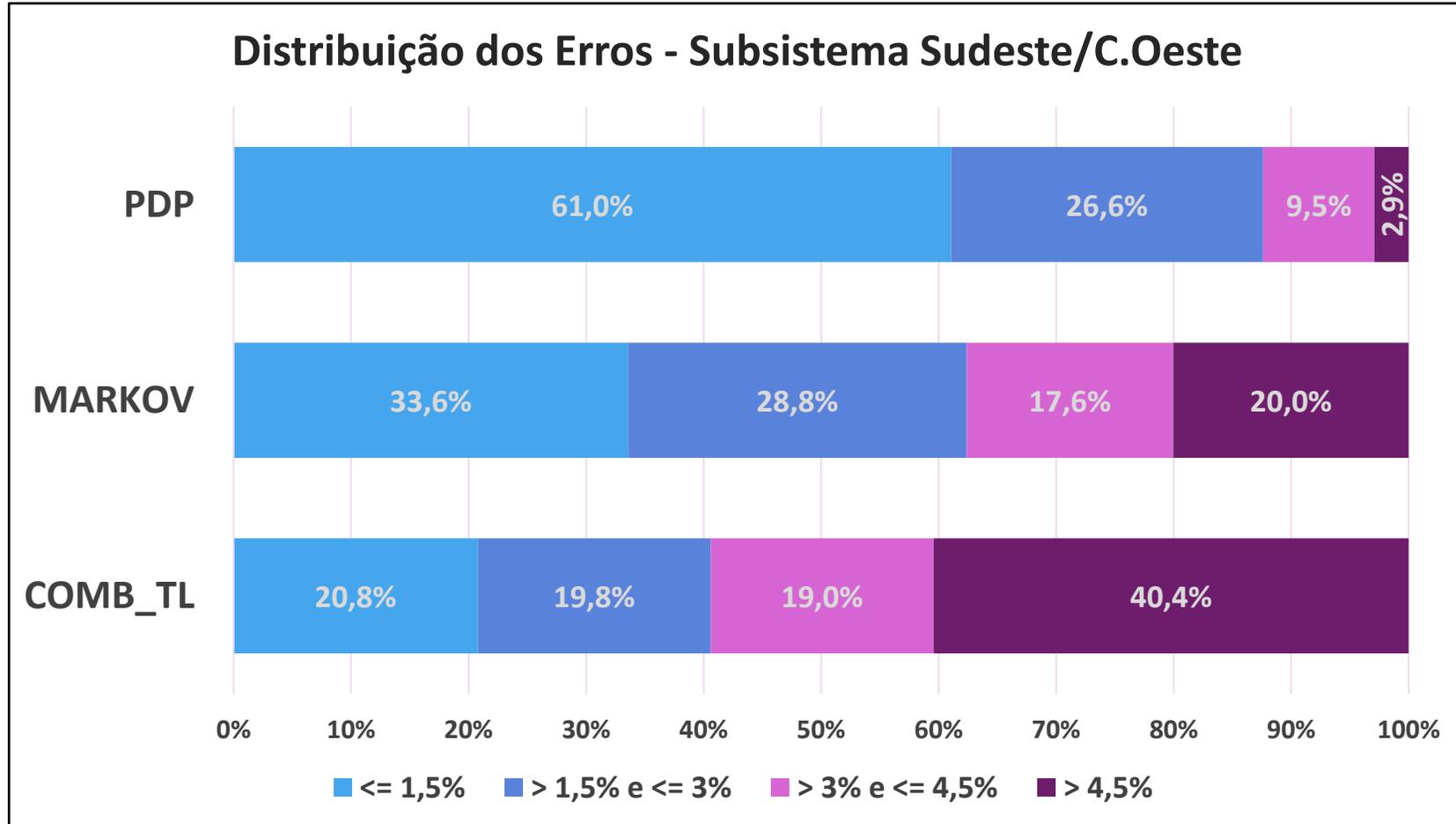
$Carga_{prev}$ = Carga final prevista

Resultados da Metodologia

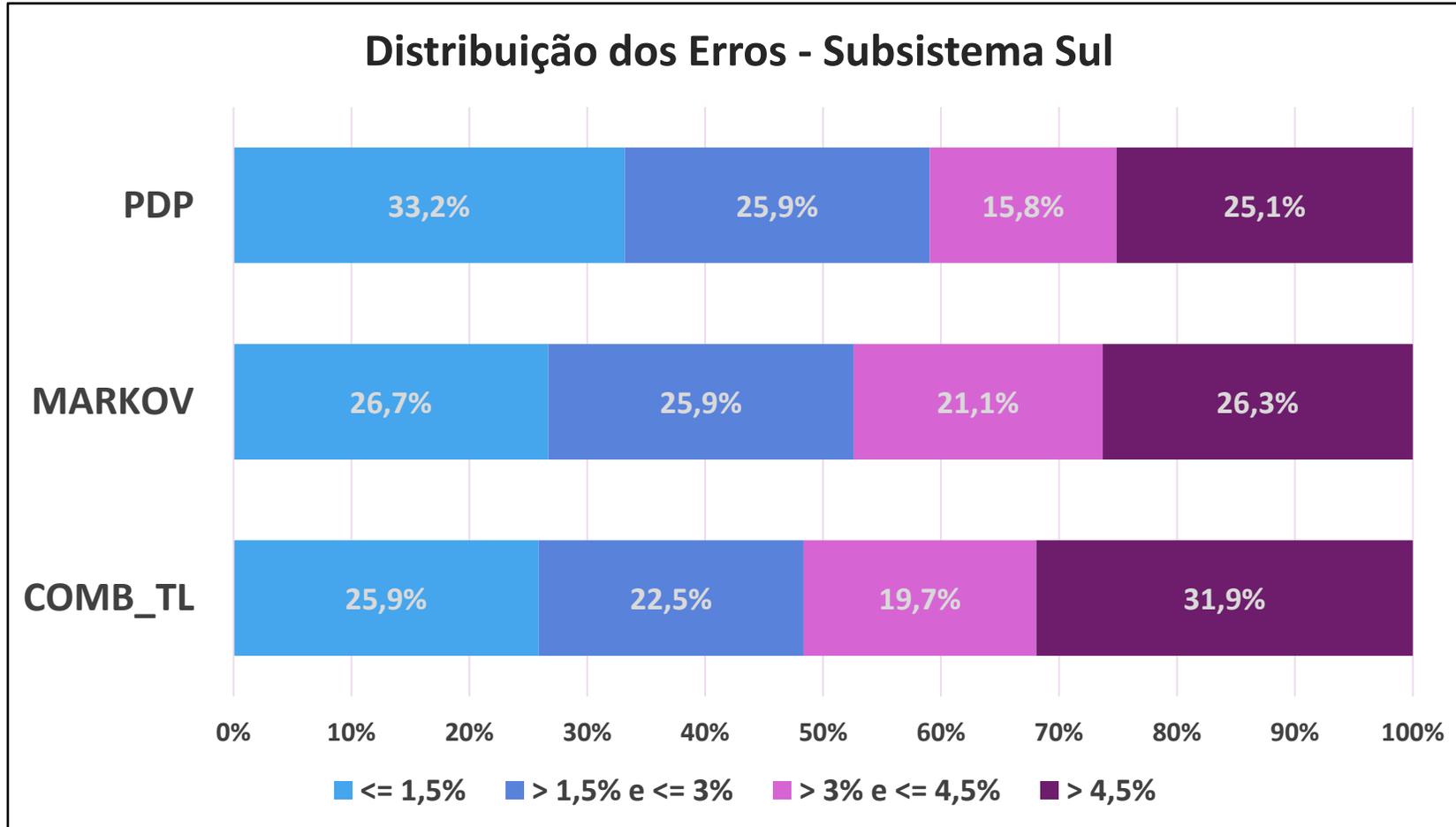
MAPE Desvios Semi-Horários
Período de 03/01/2021 a 31/03/2021



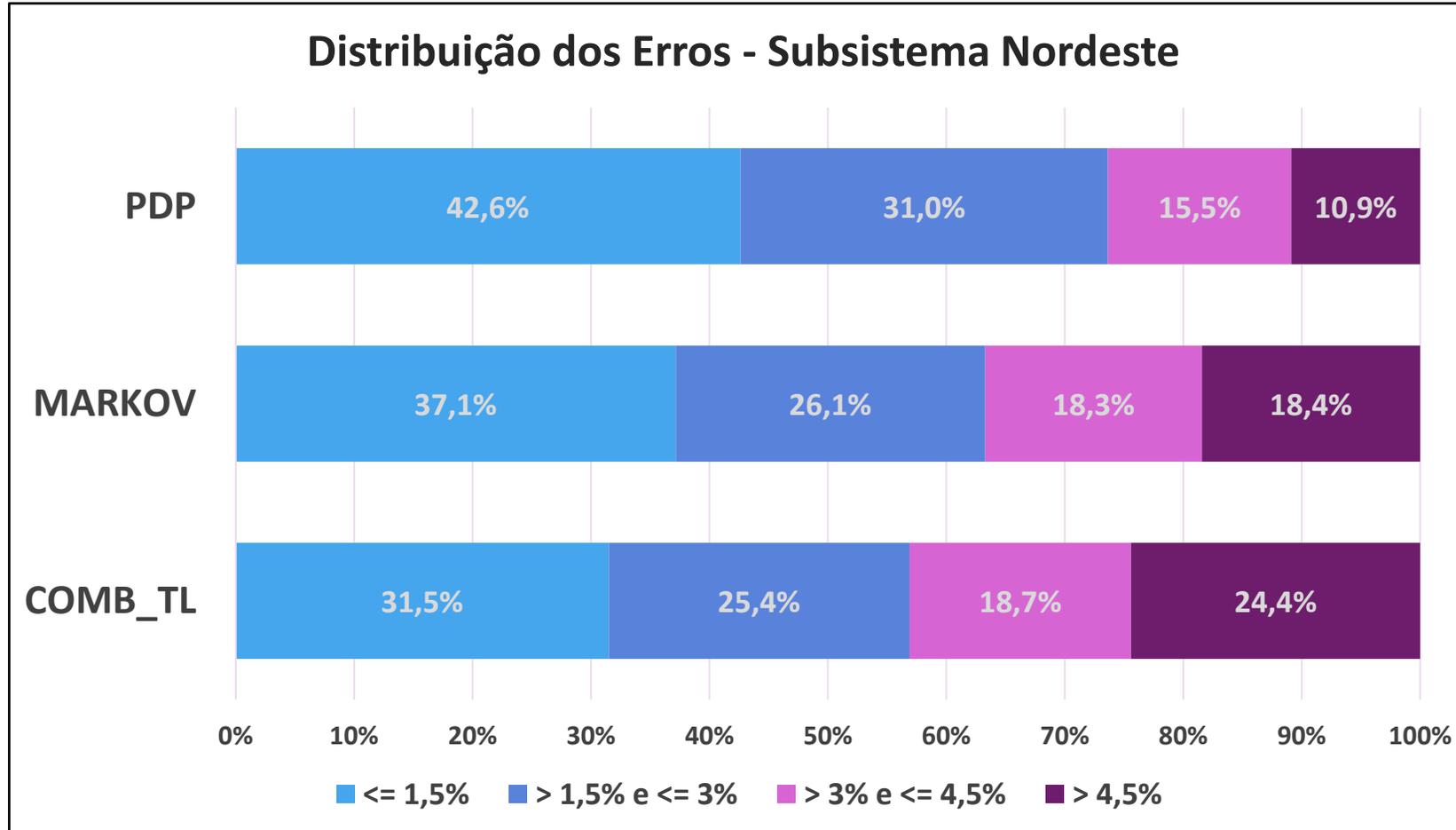
Resultados da Metodologia



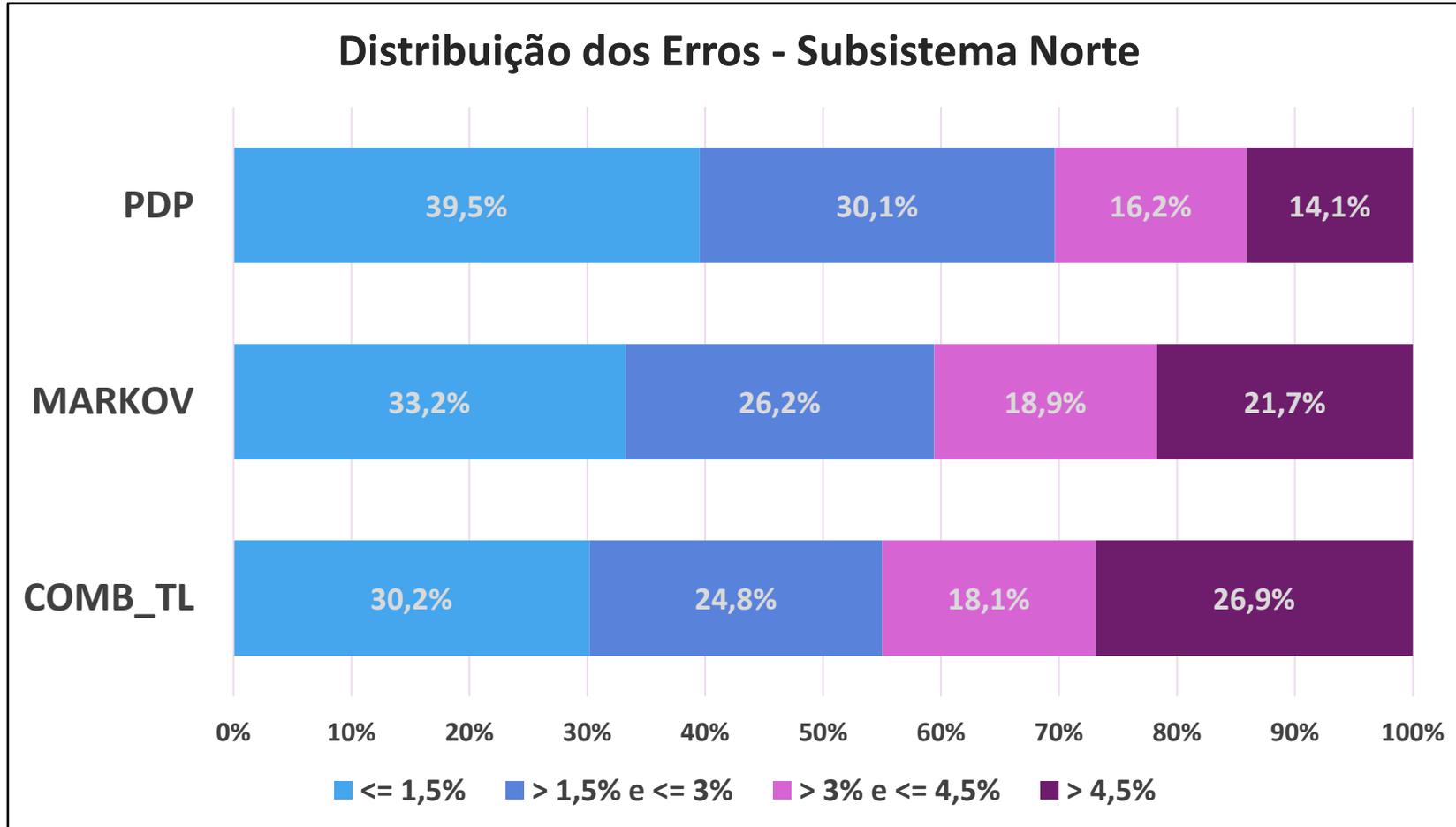
Resultados da Metodologia



Resultados da Metodologia



Resultados da Metodologia



Resultados da Metodologia – Período de Previsão em Patamar

MAPE MARKOV				
Dia Previsão	SECO	S	NE	N
D+1	3,51%	3,63%	2,95%	3,44%
D+2	3,49%	3,59%	3,11%	3,89%
D+3	3,48%	3,76%	3,33%	3,54%
D+4	3,57%	3,82%	3,79%	3,43%
D+5	3,68%	3,98%	4,02%	3,47%
D+6	3,86%	4,19%	4,24%	3,78%

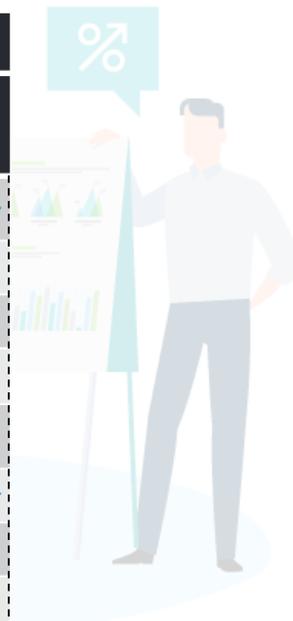
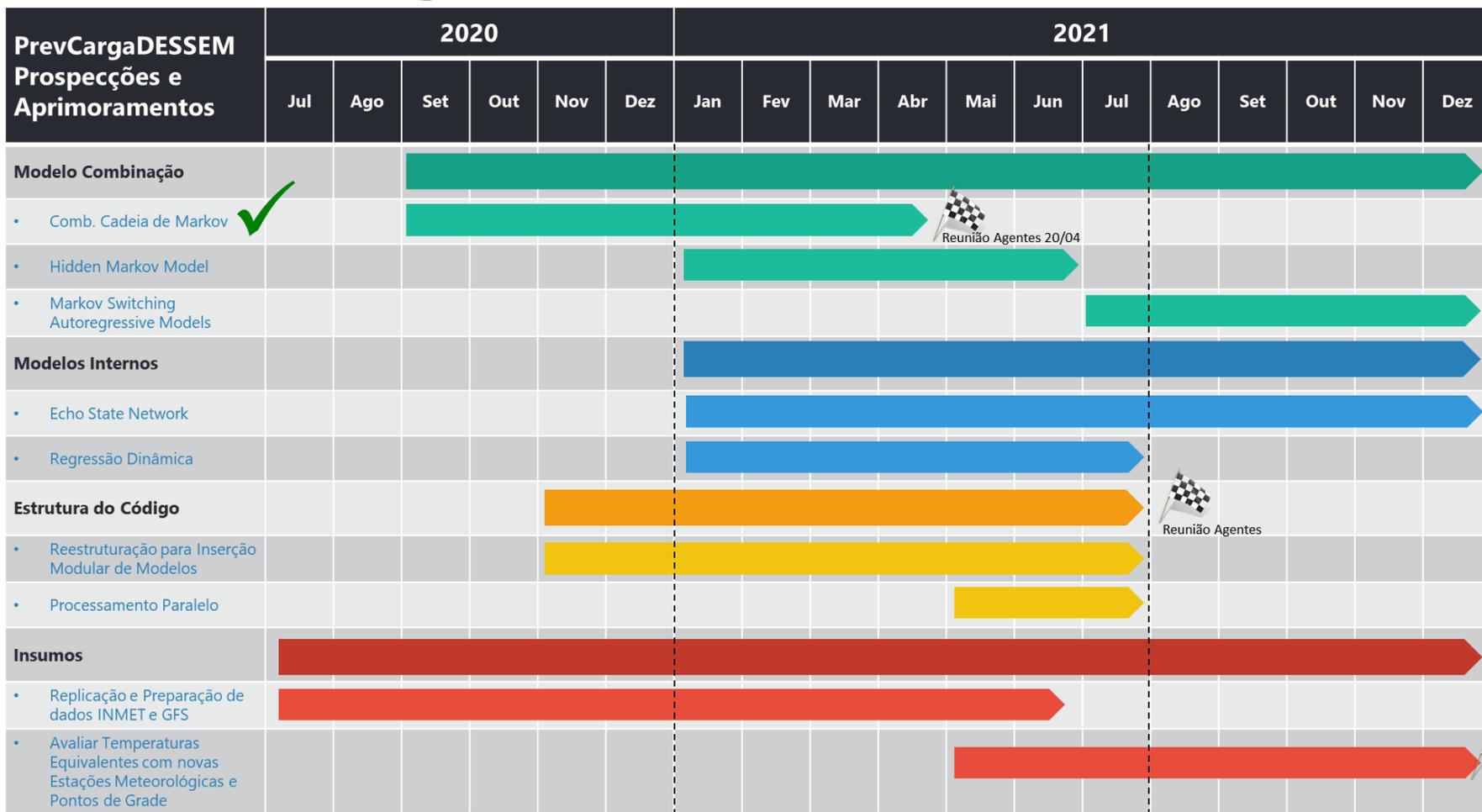
MAPE ANNSTLF				
Dia Previsão	SECO	S	NE	N
D+1	2,95%	3,53%	2,36%	3,32%
D+2	3,38%	4,13%	2,32%	3,78%
D+3	3,68%	4,49%	2,40%	4,10%
D+4	3,81%	5,00%	2,64%	3,41%
D+5	3,79%	5,40%	2,80%	3,16%
D+6	3,86%	5,58%	2,73%	3,09%

Execução de Teste:

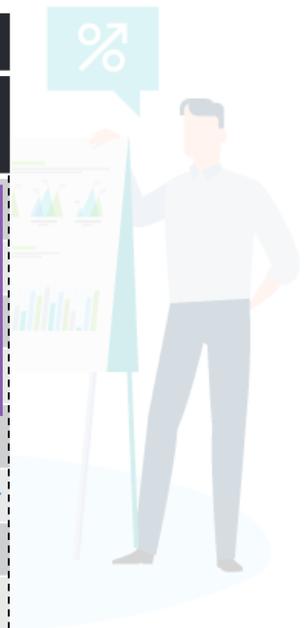
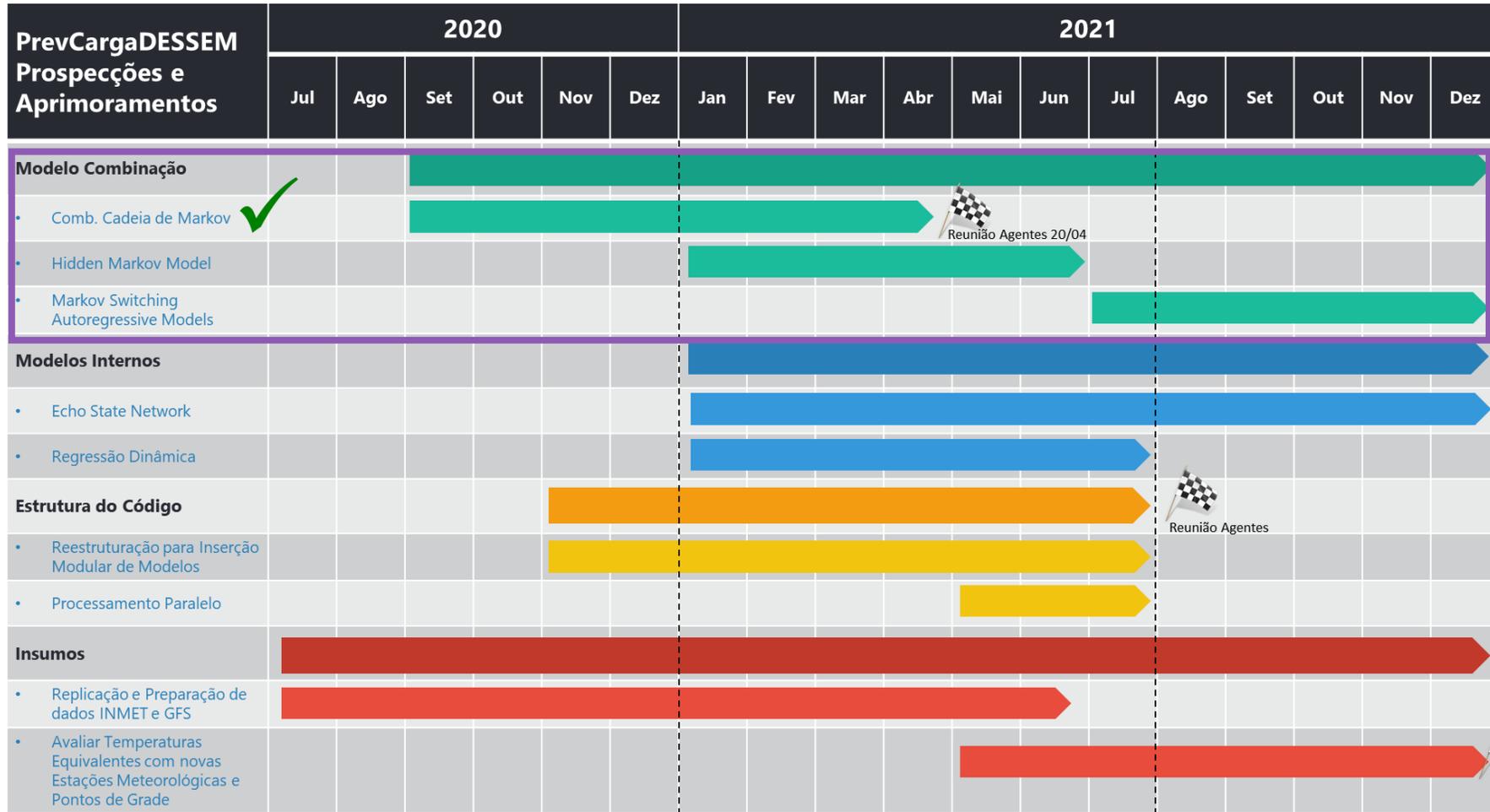
- Execução do Modelo de Combinação



Próximos Passos - Cronograma



Cronograma



Avaliação de Novos Modelos de Combinação

- Cadeia de Markov 

- O modelo combinado atual é baseado numa amostra de 180 dias, a cadeia de Markov tem por objetivo capturar as variações das previsões no passado recente, sobretudo o viés que corresponde ao intercepto do modelo combinado.

- Hidden Markov Models

- O HMM assume que existe um processo latente cujo comportamento "depende" dos dados observados. Estes estados latentes seguem um processo Markoviano

- Markov Switching Autoregressive Model

- O HMM servindo como um seletor para controlar processos autorregressivos

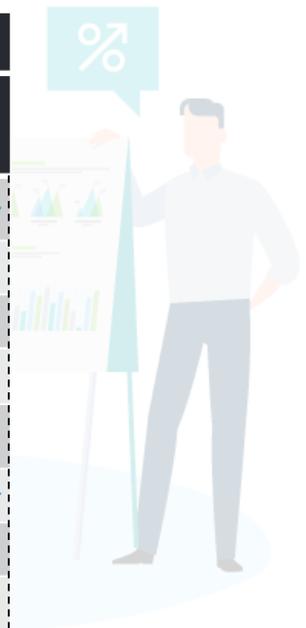


Cronograma

PrevCargaDESSEM Prospecções e Aprimoramentos	2020						2021											
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Modelo Combinação			[Green bar from Sep 2020 to Dec 2021]															
• Comb. Cadeia de Markov 			[Green bar from Sep 2020 to Apr 2021]															
• Hidden Markov Model			[Green bar from Jan 2021 to Jun 2021]															
• Markov Switching Autoregressive Models			[Green bar from Jul 2021 to Dec 2021]															
Modelos Internos			[Blue bar from Jan 2021 to Dec 2021]															
• Echo State Network			[Blue bar from Jan 2021 to Dec 2021]															
• Regressão Dinâmica			[Blue bar from Jan 2021 to Dec 2021]															
Estrutura do Código			[Yellow bar from Nov 2020 to Dec 2021]															
• Reestruturação para Inserção Modular de Modelos			[Yellow bar from Nov 2020 to Dec 2021]															
• Processamento Paralelo			[Yellow bar from May 2021 to Jun 2021]															
Insumos	[Red bar from Jul 2020 to Dec 2021]																	
• Replicação e Preparação de dados INMET e GFS	[Red bar from Jul 2020 to Jun 2021]																	
• Avaliar Temperaturas Equivalentes com novas Estações Meteorológicas e Pontos de Grade			[Red bar from May 2021 to Dec 2021]															

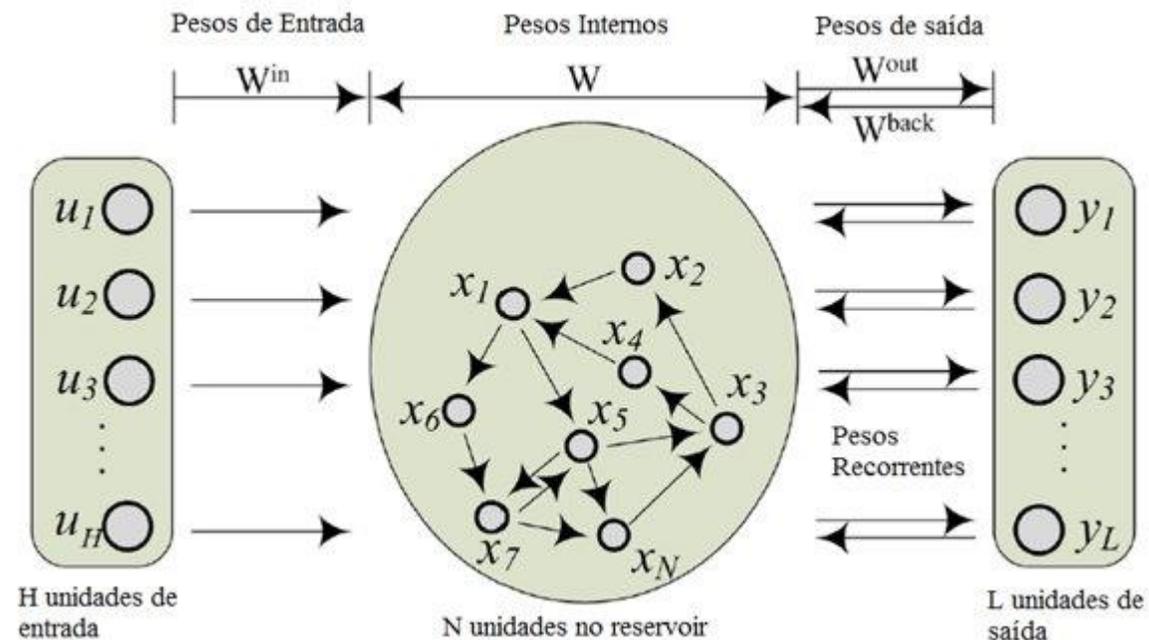
 Reunião Agentes 20/04

 Reunião Agentes



Avaliação de Novos Modelos Internos – Echo State Network

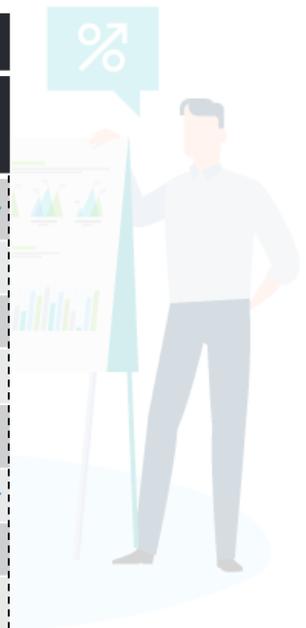
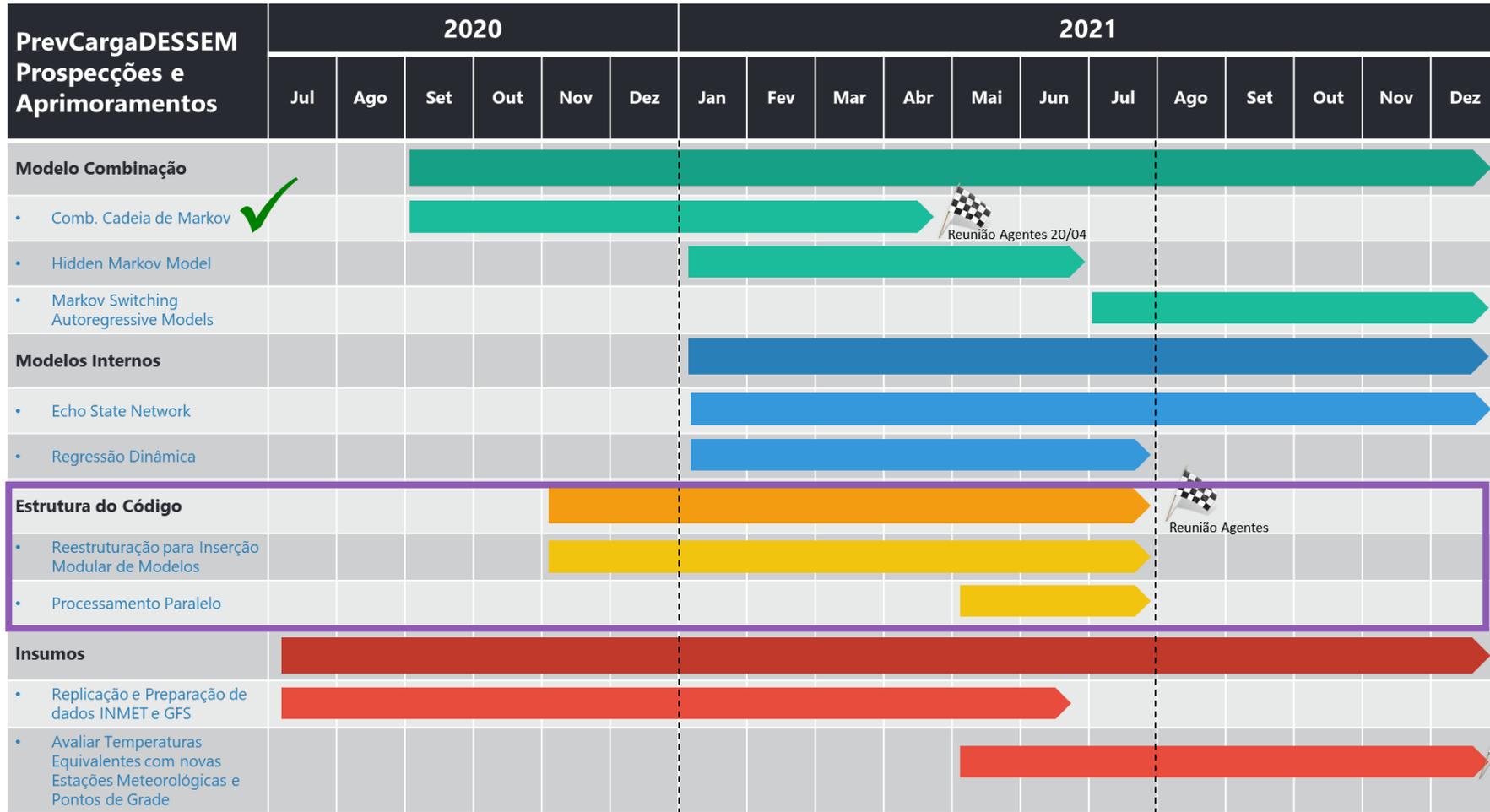
- Redes Neurais Recorrentes (RNNs) têm qualidade comprovada para sistemas dinâmicos, sendo estas capazes de resolver qualquer problema com o número certo de neurônios e tempo suficiente de processamento.
- Alguns problemas são muito complexos, apresentando diferentes padrões, necessitando de uma rede muito complexa e com muito tempo de processamento para resolução.
- A Echo State Network (ESN) é uma das soluções para este problema, mantendo uma capacidade aproximada de uma RNN e com resolução rápida por meio de combinação linear.



Avaliação de Novos Modelos Internos – Regressão Dinâmica

- Modelo Linear que leva em consideração variáveis exógenas (temperatura, feriados, dias especiais) de rápido processamento e bom desempenho.
- Incluir no ensemble de modelos do PrevCargaDESSEM, principalmente na previsão da carga média
- Os modelos de regressão dinâmica internos do ONS foram os que mais rápido se adaptaram às alterações da carga durante o período da COVID-19, podendo trazer benefícios significativos ao PrevCargaDESSEM

Cronograma

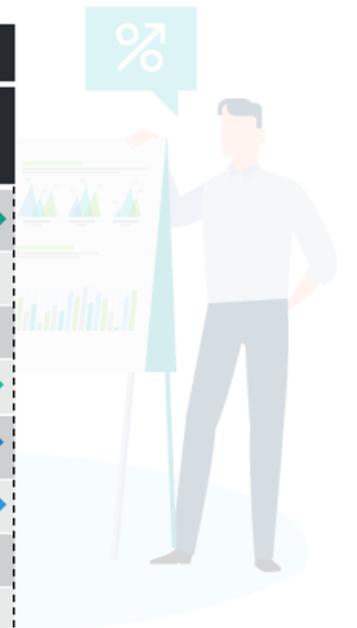
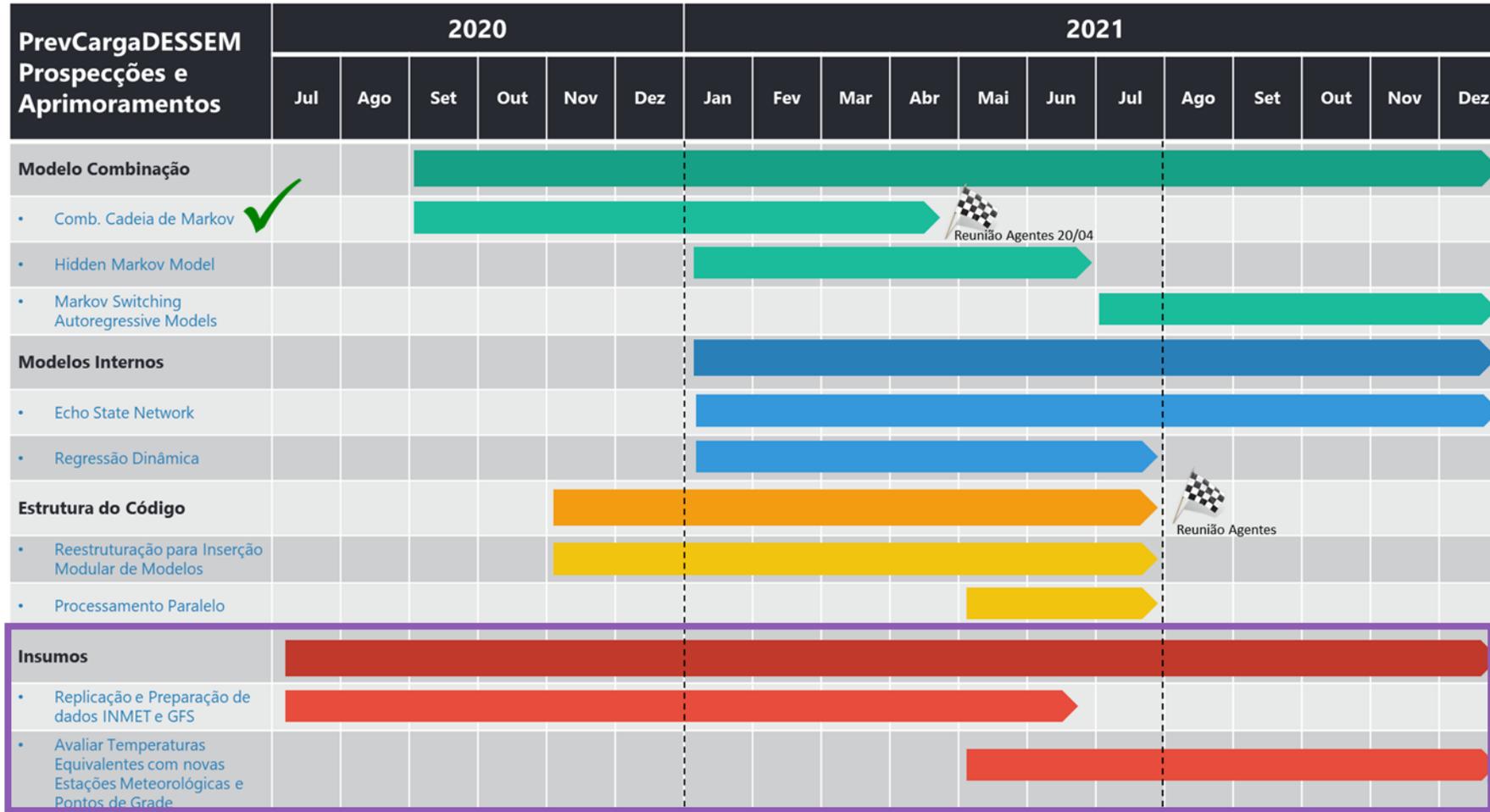


Evolução da Estrutura do Código

- Modularização
 - Facilitar a inserção/remoção de modelos
- Processamento Paralelo
 - Solicitação dos Agentes
 - Agiliza a execução do modelo



Cronograma



Replicação de Insumos em ambiente de Nuvem

- Coleta de dados Verificados
 - INMET – 614 Estações Meteorológicas Automáticas georreferenciadas
- Coleta de dados Previstos
 - GFS – Pontos de Grade do Brasil
- Permitir o um processamento robusto dos dados
- Tratamento dos dados históricos



Próximos Passos

- Desenvolver e Testar a combinação pelo modelo Hidden Markov
- Avaliar Modelos Individuais do PrevCargaDESSEM
- Desenvolver e Avaliar inclusão de modelo de Regressão Dinâmica
- Reestruturação do Código do Modelo e processamento paralelo
- 7ª Reunião com agentes para apresentação de Resultados no 2º semestre/2021



PMO  PLD

Obrigado!

<https://ctpmopld.org.br/>