Operador Nacional do Sistema Elétrico

FGV ENERGIA
WORKSHOP SOBRE MODELOS DE PROJEÇÃO DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

Previsão de Carga para a Programa Mensal da Operação - PMO

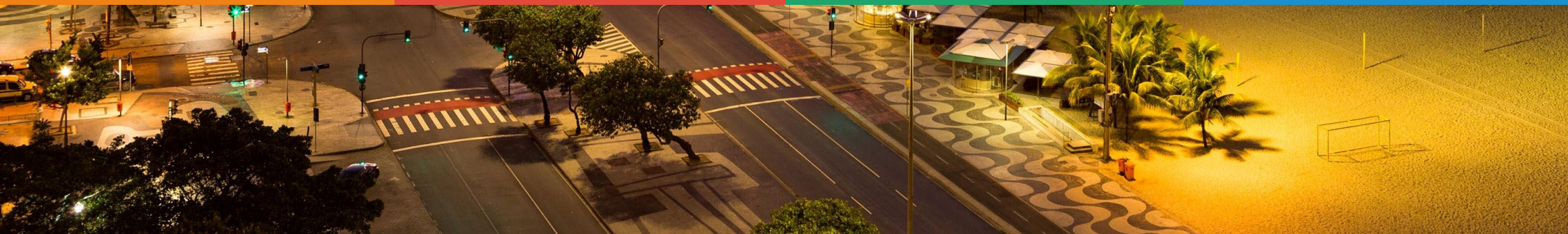
DPL – Diretoria de Planejamento

PE – Gerência Executiva de Planejamento Energético

PEC – Gerência de Previsão de Carga

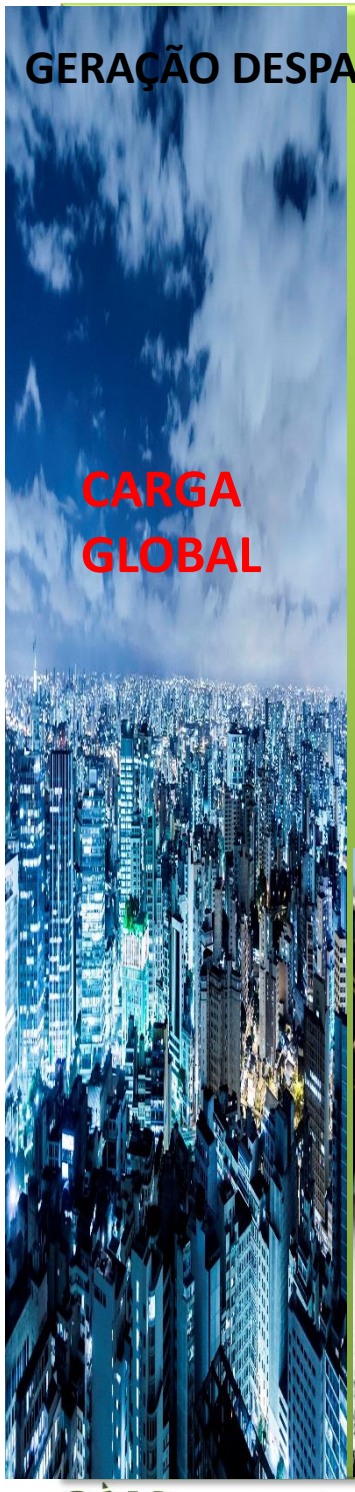
Maio/2018

O conceito de Carga Global



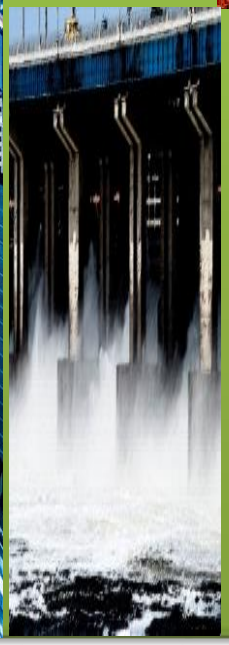
GERAÇÃO DESPACHADA CENTRALIZADAMENTE P/ONS

Usinas Tipo: I, II-A, II-B e II-C



CARGA GLOBAL

HIDRELÉTRICAS

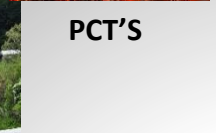


TERMELÉTRICAS

EÓLICAS

FOTOVOLTÁICAS

PCH'S



PCT'S

BIOMASSA

EÓLICA

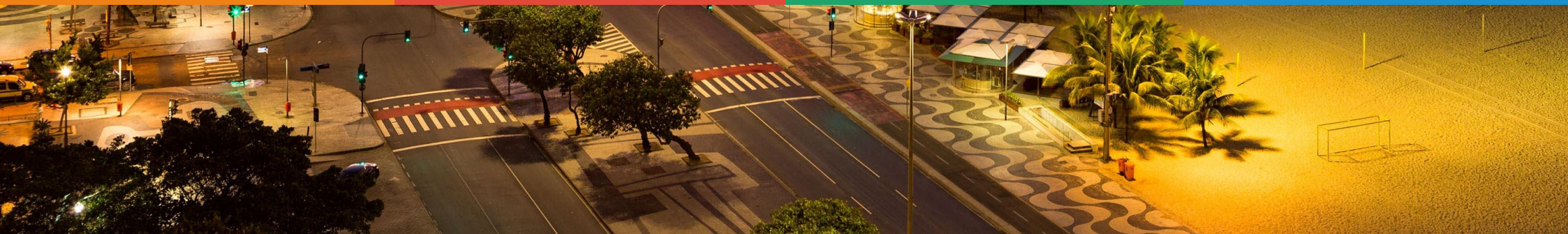
FOTOVOLTÁICA

GERAÇÃO NÃO DESPACHADA CENTRALIZADAMENTE P/ONS – CONECTADAS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Usinas Tipo II-B e III

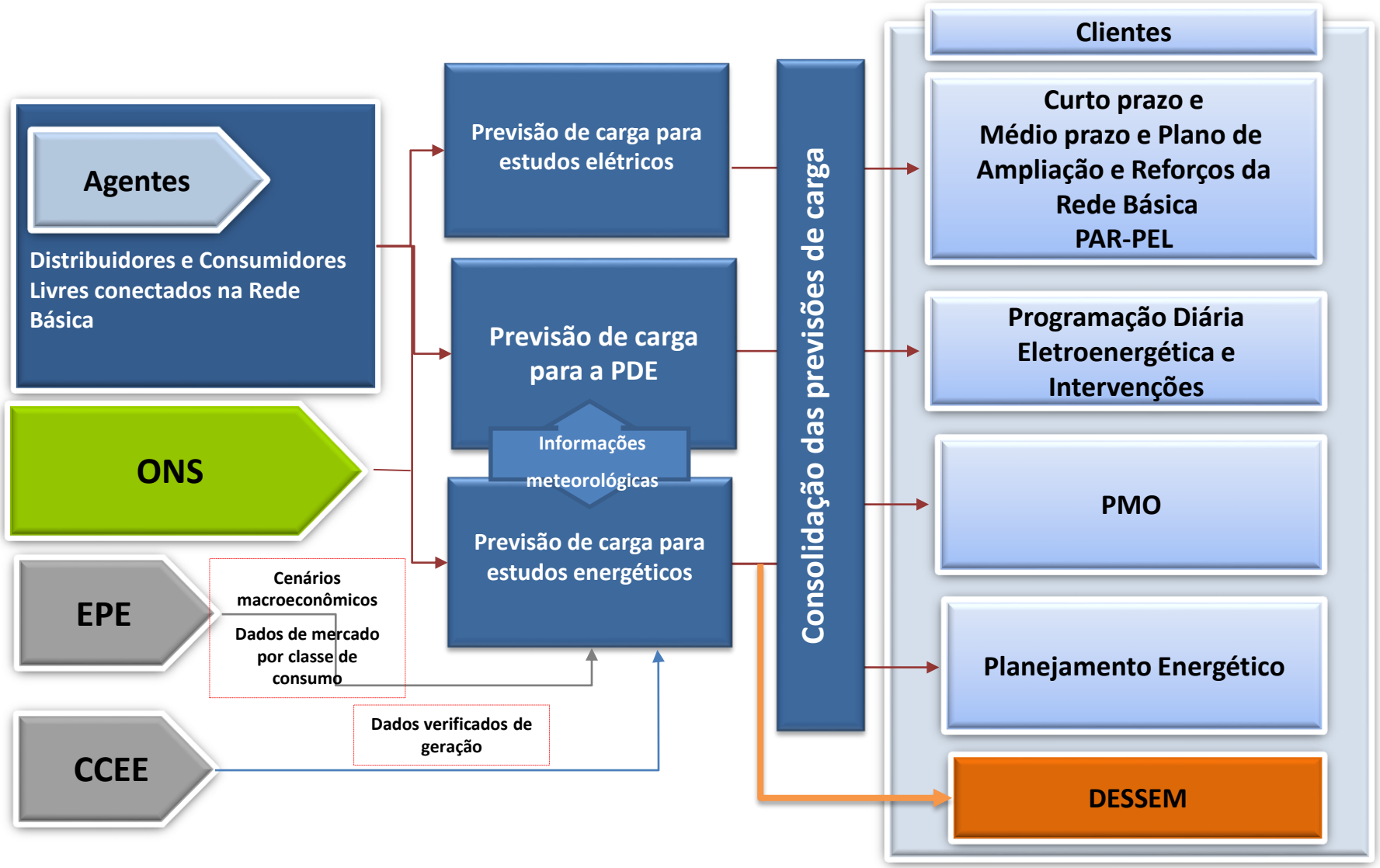
CARGA DE ENERGIA E DEMANDA PELA ÓTICA DA OFERTA

O Processos de Consolidação da Previsão de Carga



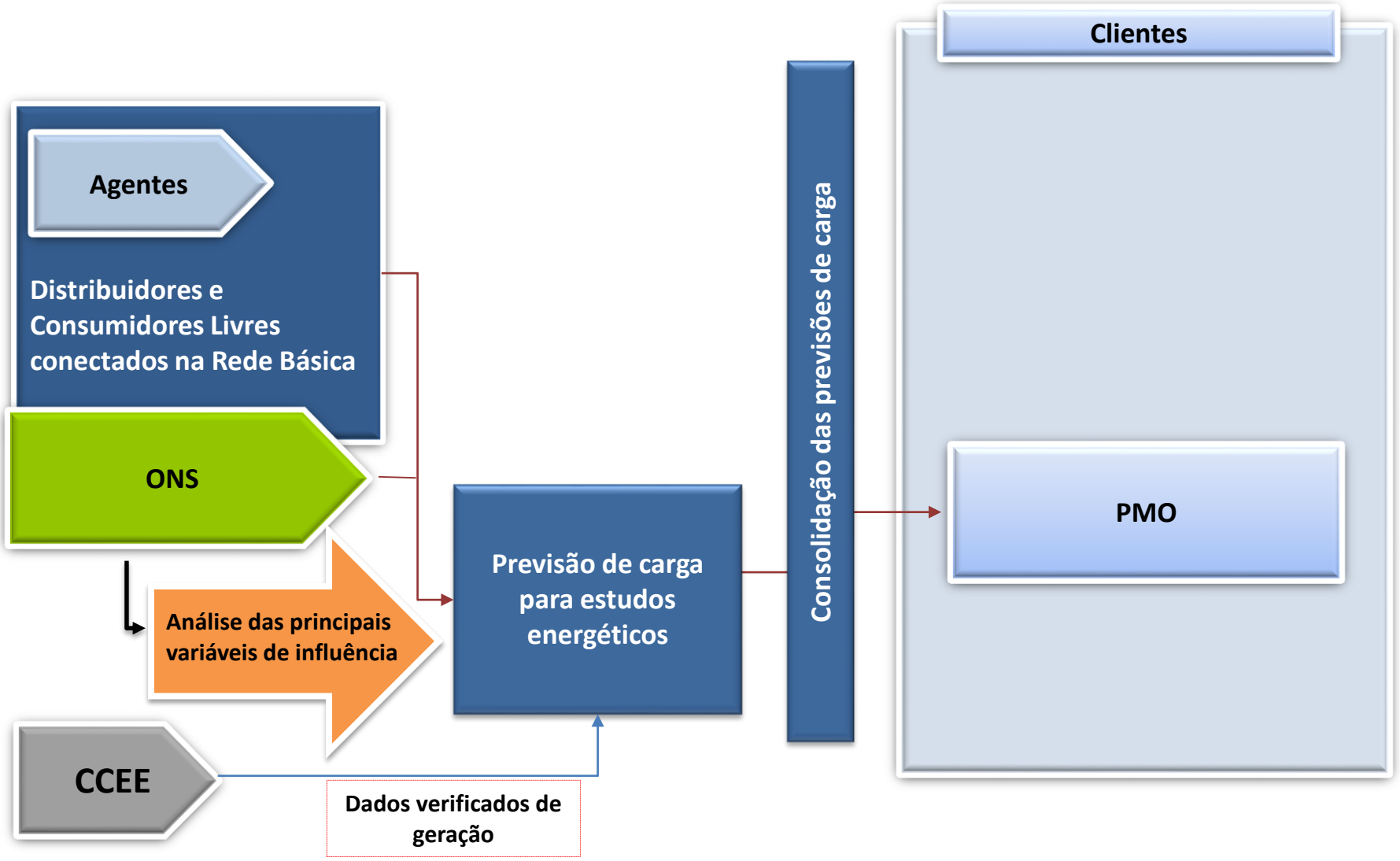
Os processos de Consolidação da Previsão de Carga

Os processos de consolidação da previsão de carga geram os insumos para os estudos de planejamento e programação da operação eletroenergética e para os estudos de ampliações e reforços.



Os processos de Consolidação da Previsão de Carga

O Processo de Previsão de Carga para o PMO



Principais variáveis de influência sobre o comportamento da Carga no curto prazo - PMO

Econômicos

- Medidas Macroeconômicas de curto prazo
  - Políticas de incentivos a produção, nível de estoques, produção industrial, utilização da capacidade instalada.

- Conjuntura Internacional – efeito do comportamento dos principais mercados: preços de commodities

- Carga de grandes consumidores - Livres na RB e Livres na distribuição

Comportamento do consumidor

- Posses e hábitos de consumo

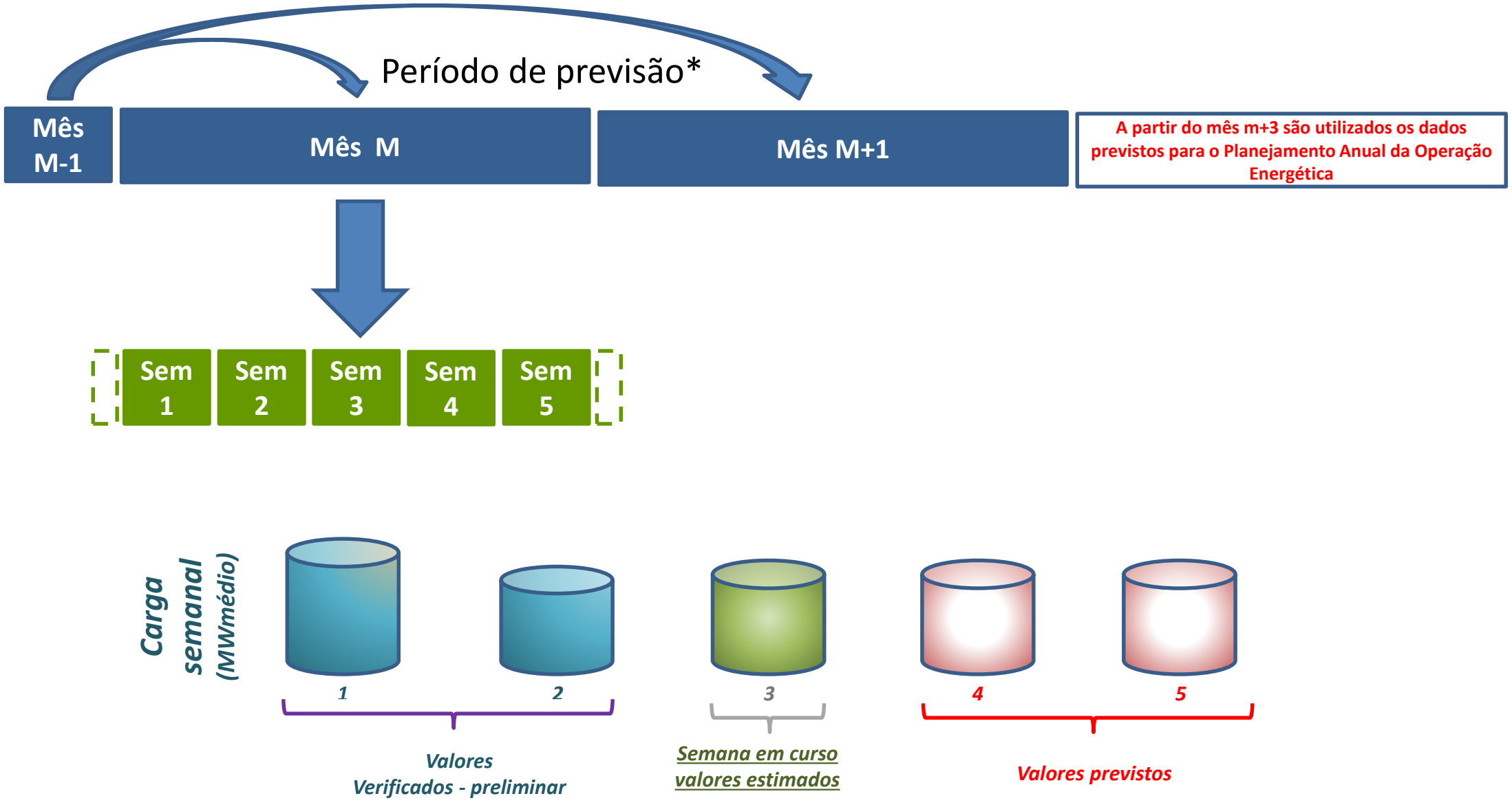
- Temperatura/desconforto térmico e incidência de chuva

- Perdas – principalmente na distribuição

- Feriados e dias especiais

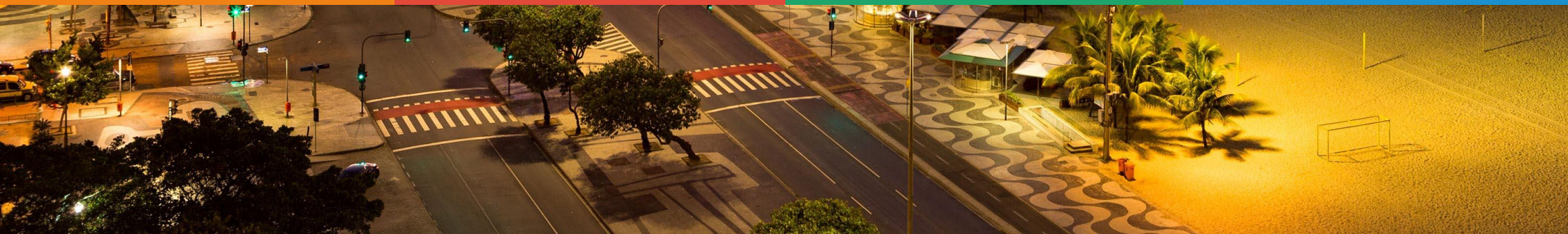
Fatores sazonais com efeitos na Carga Global – incentivo para a geração distribuída

Cronograma da previsão de carga para o Programa Mensal da Operação Energética



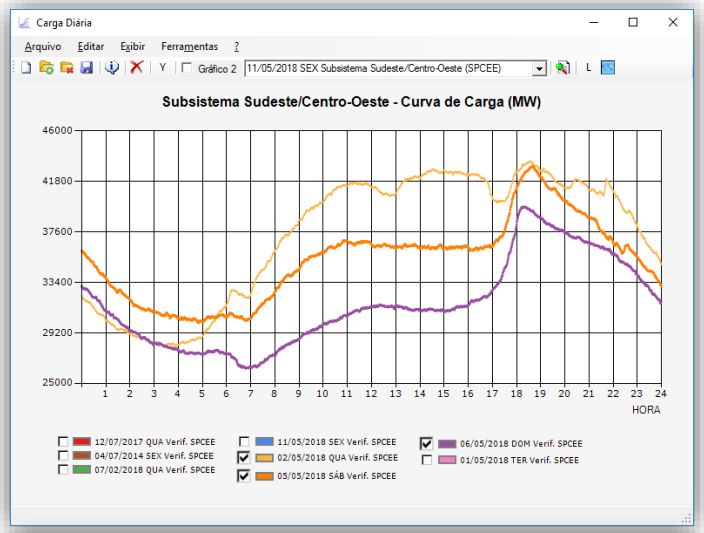
(*) O período de previsão **até** 2 meses à frente. O primeiro mês é discretizado por semanas operativas (sábado/sexta-feira)

Modelagem de Previsão de Carga de curto prazo

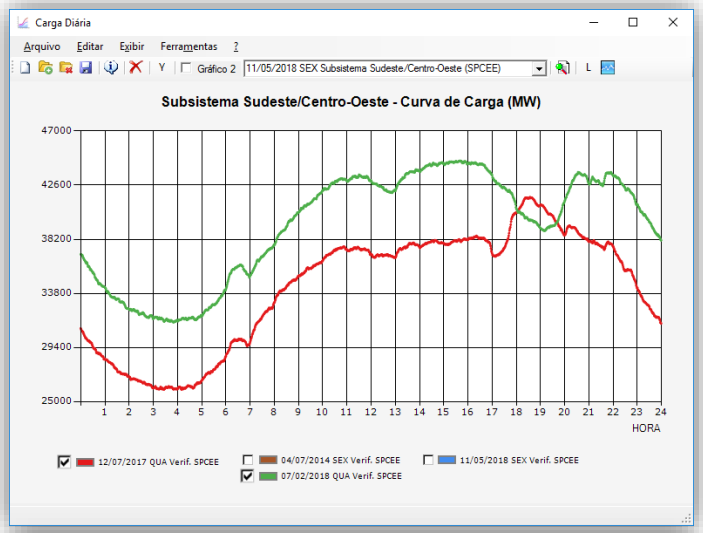


Características da Carga Diária – Subsistema SE/CO

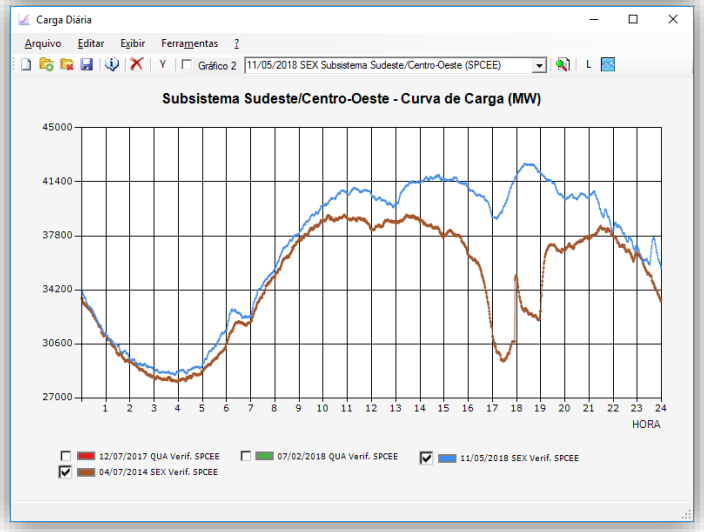
Dia da Semana ⇨



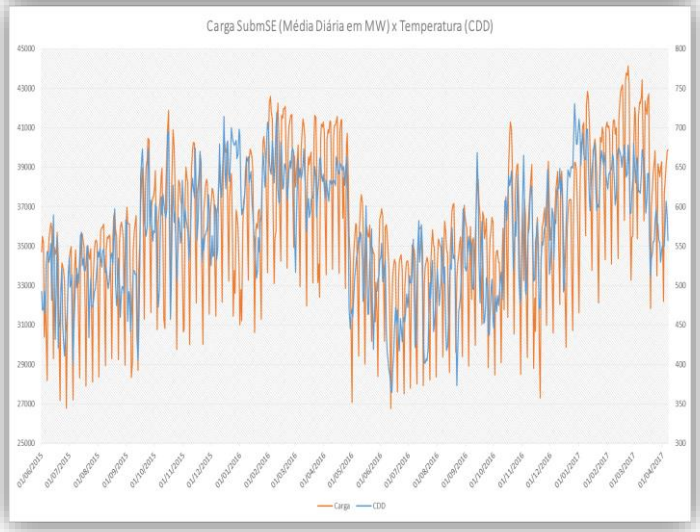
⇦ Sazonalidade



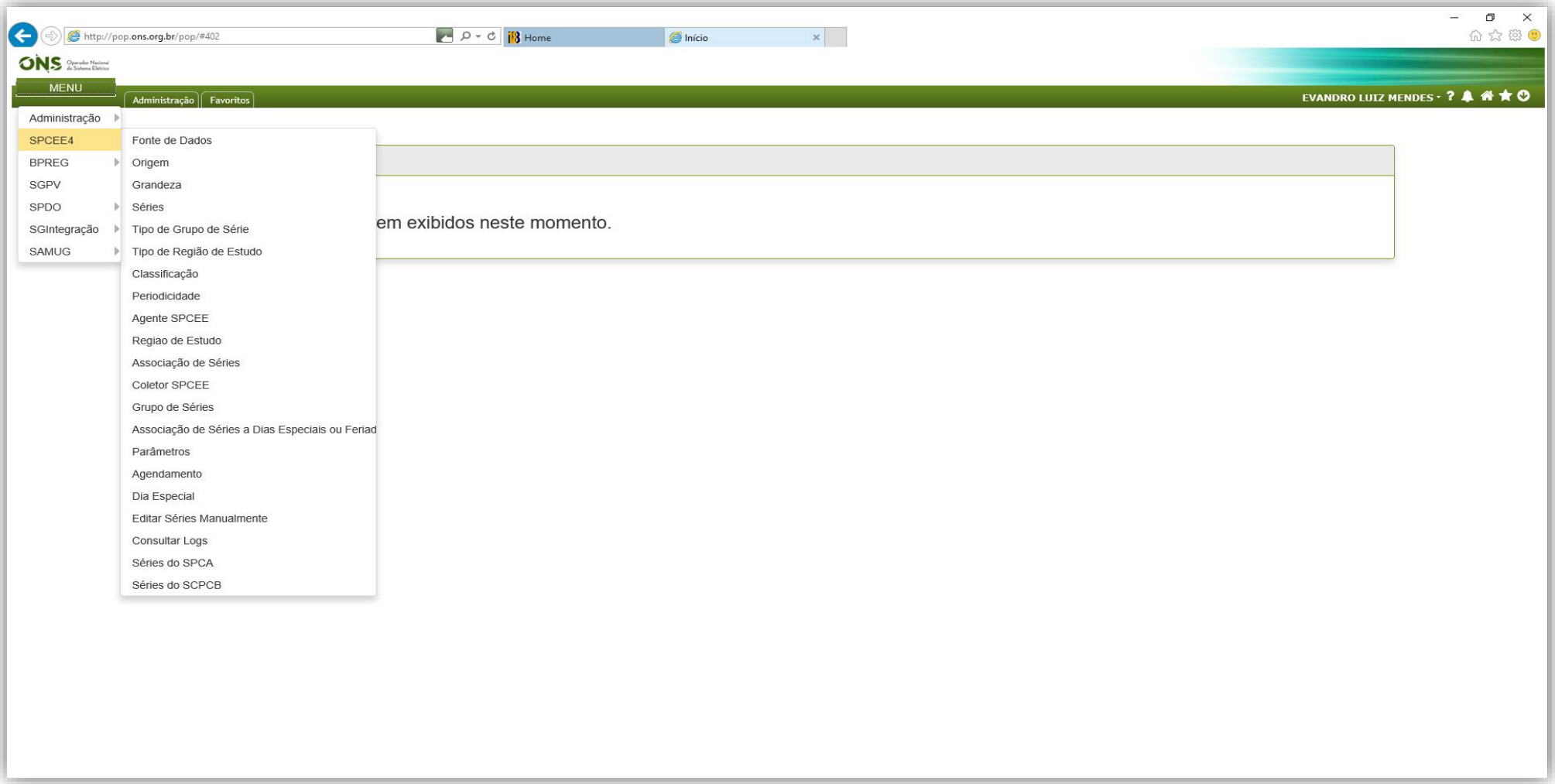
Eventos Especiais ⇨



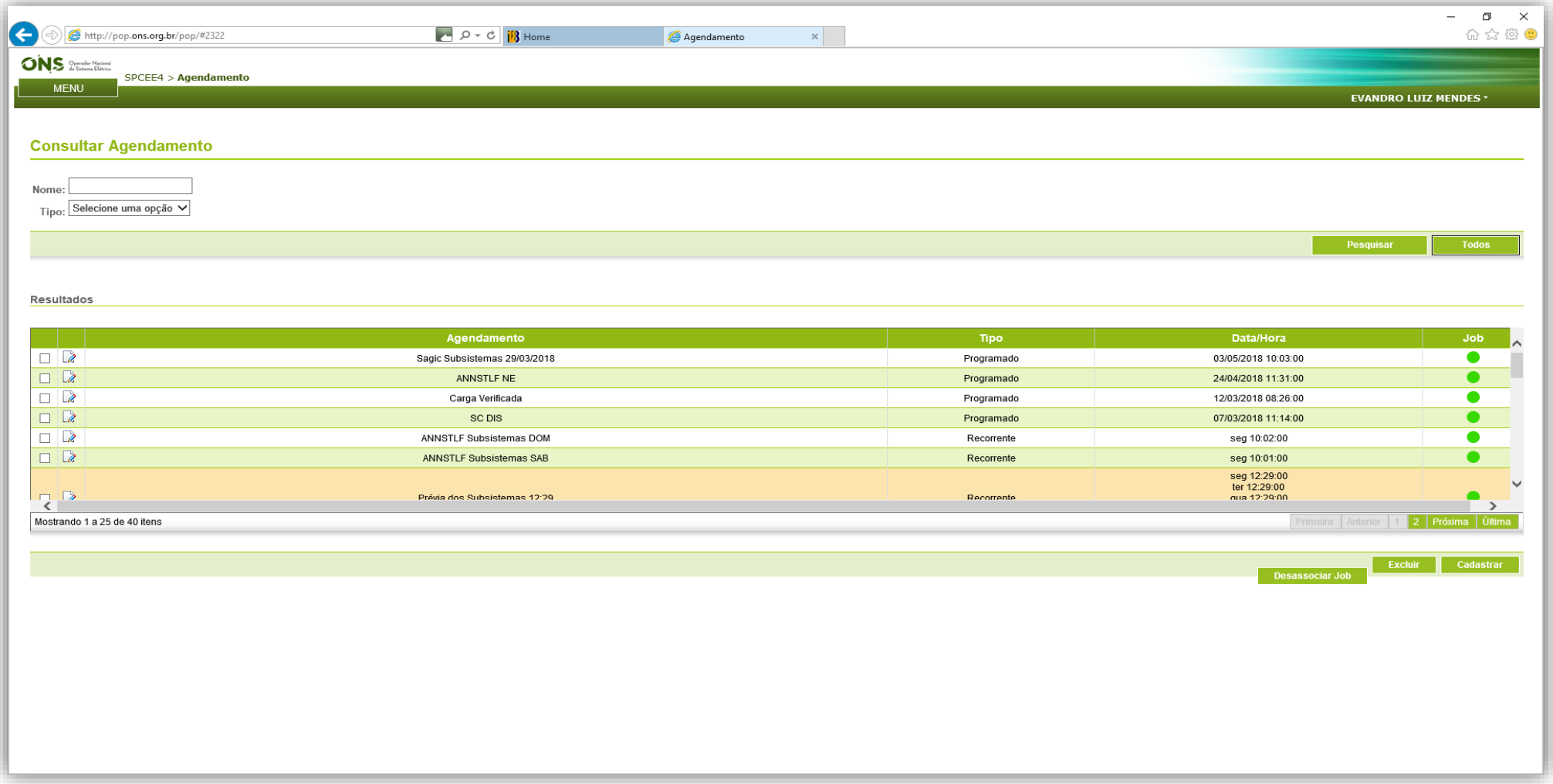
⇦ Ciclo Semanal



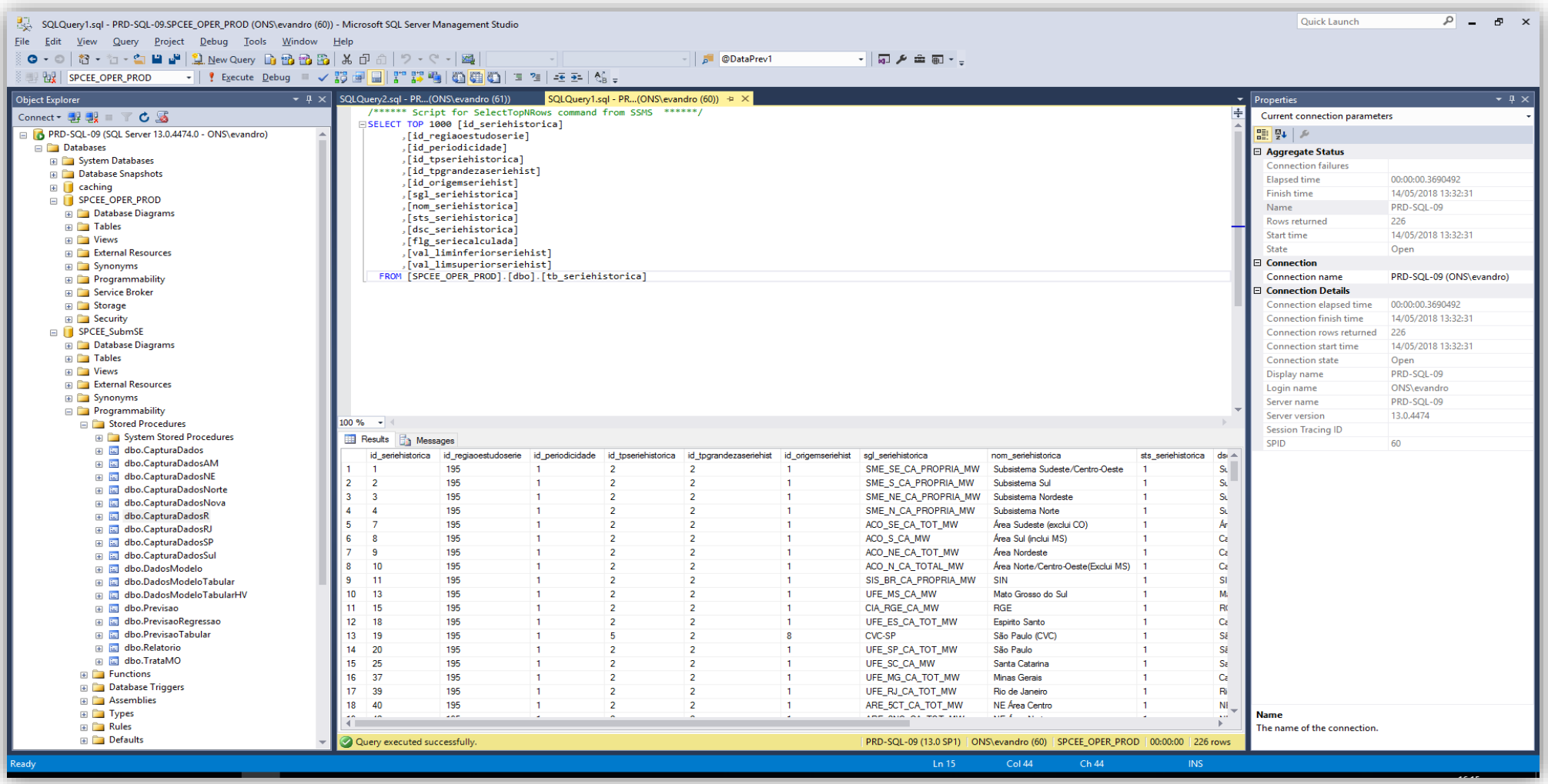
Sistema SPCEE - Cadastros



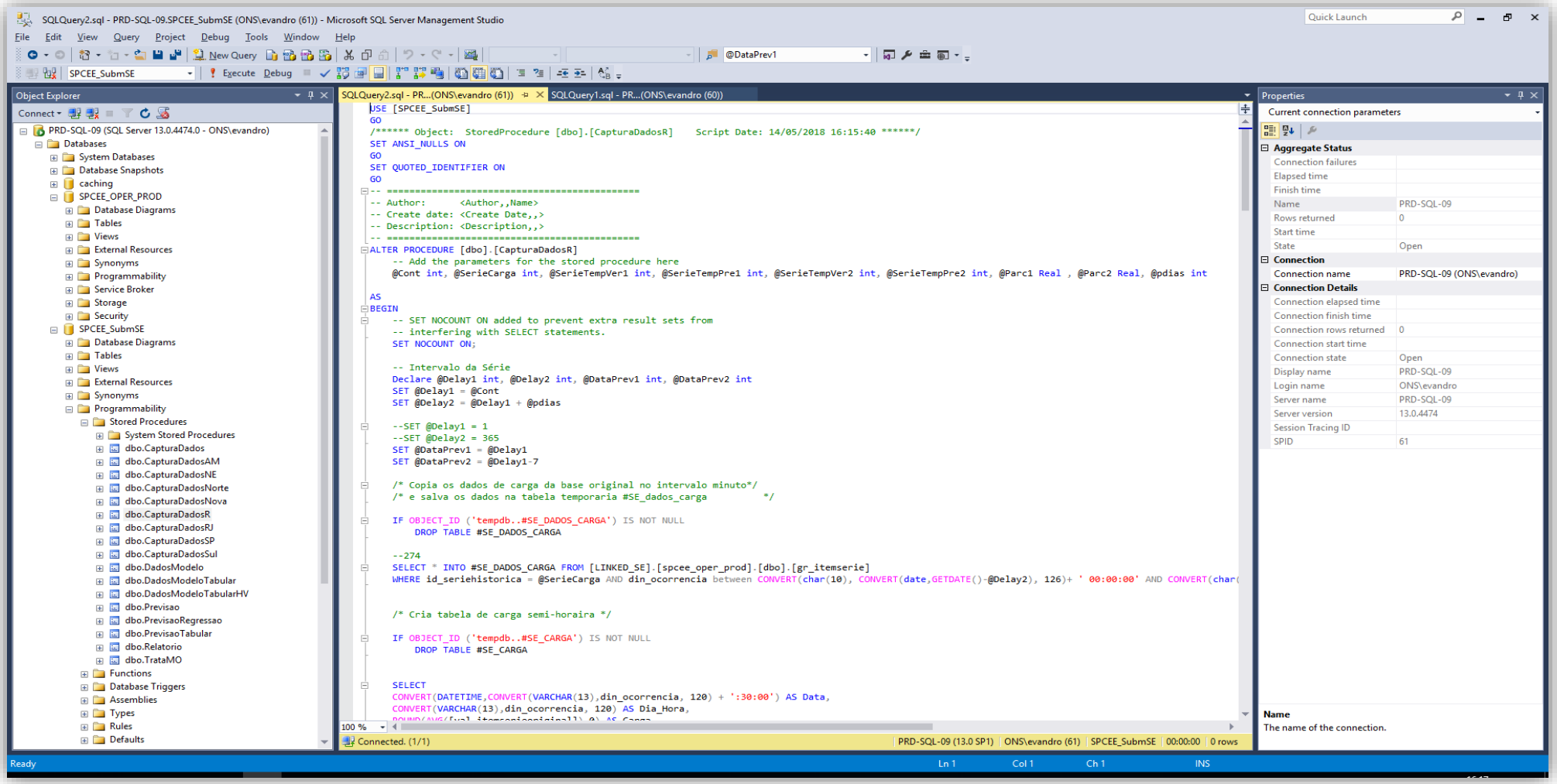
Sistema SPCEE - Agendamento



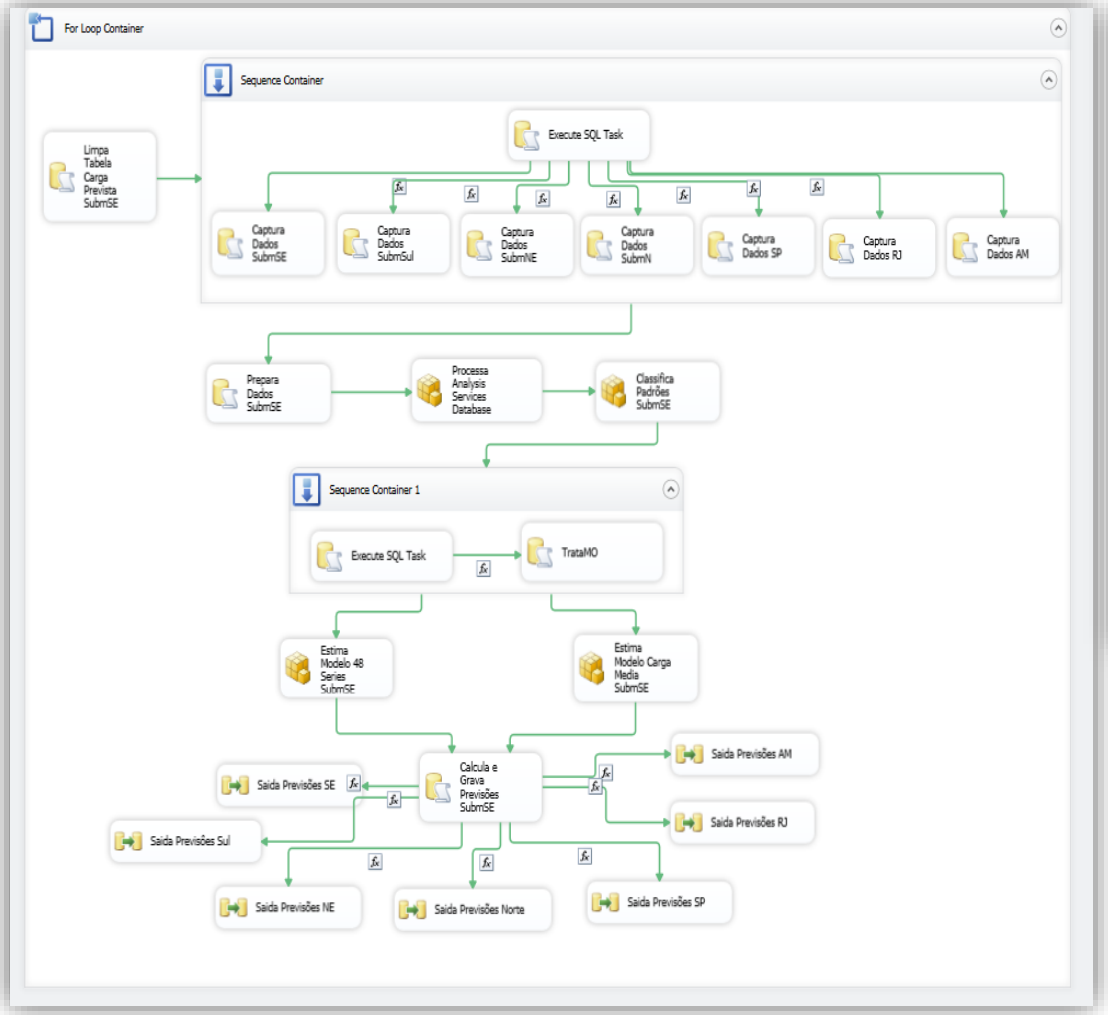
Base de Dados - SPCEE

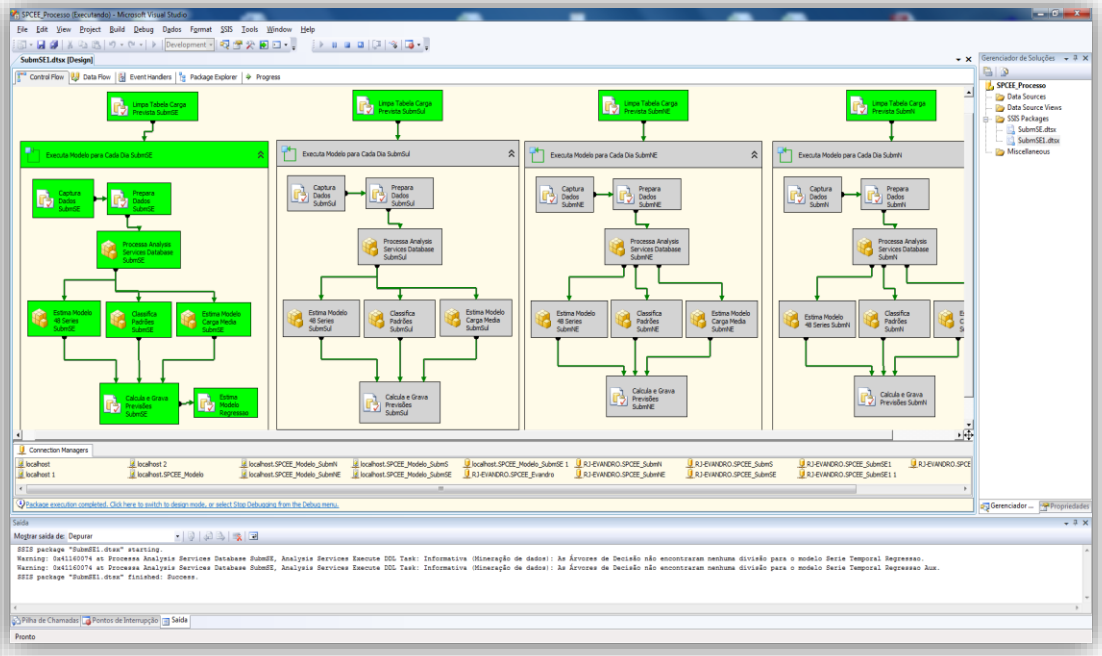


Base de Dados - SPCEE

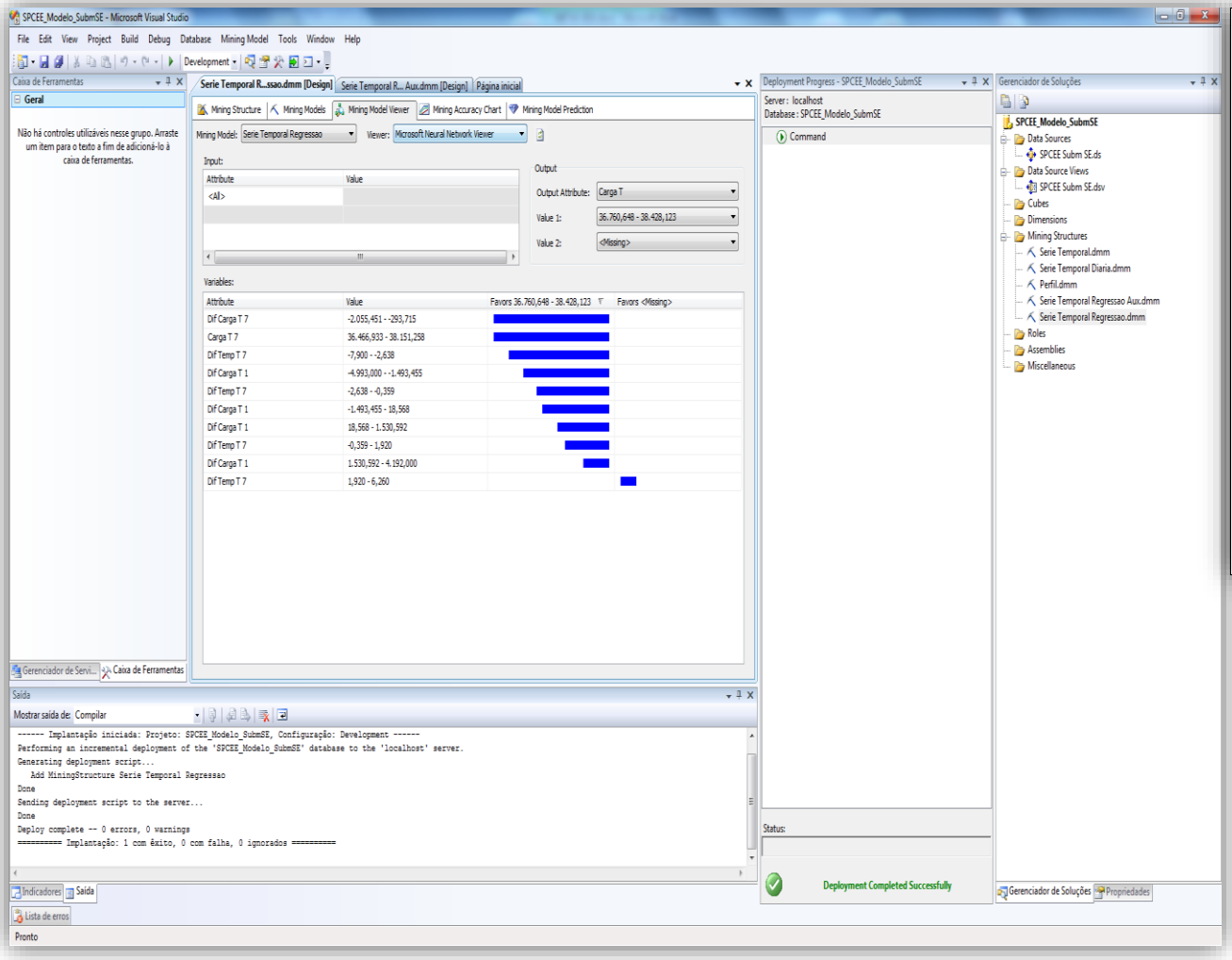


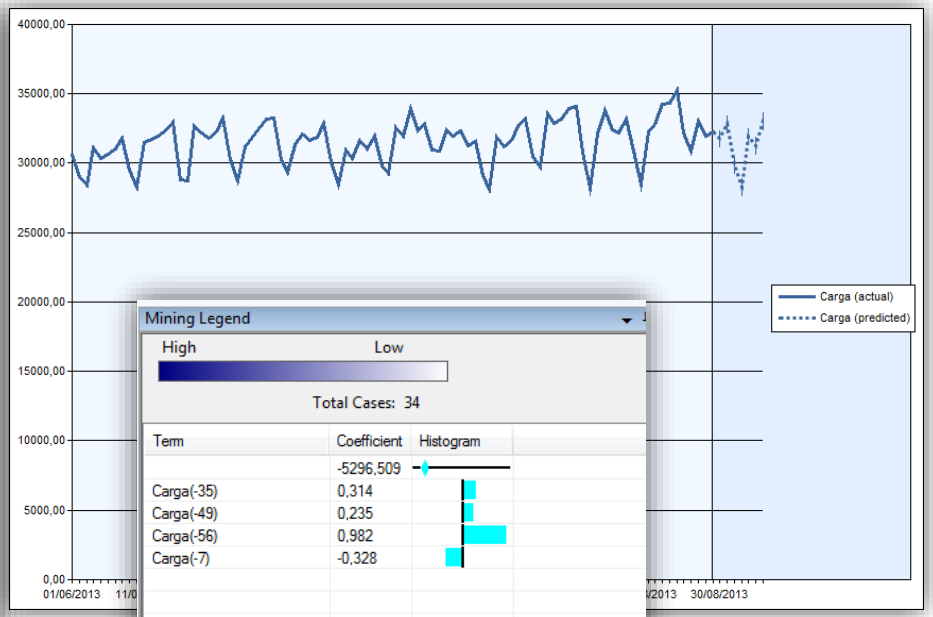
SSIS/SSAS – Integration Services / Analysis Services



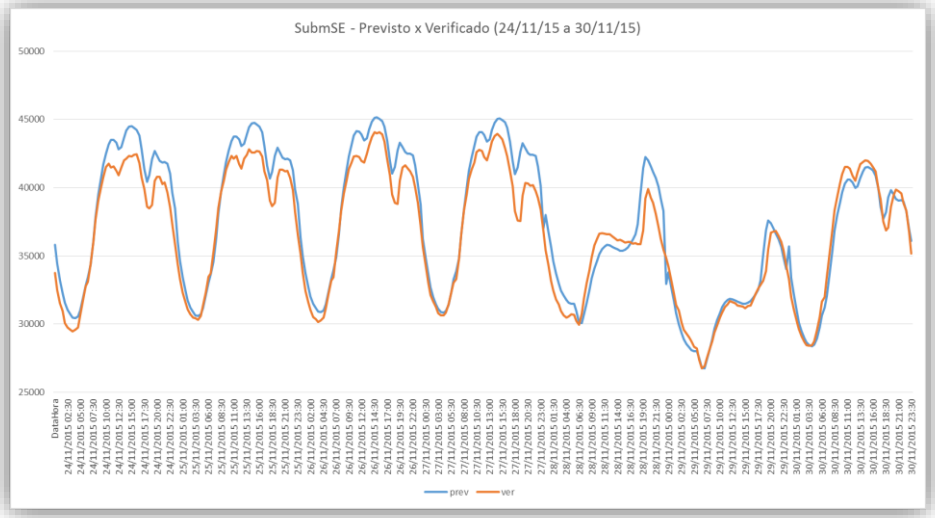


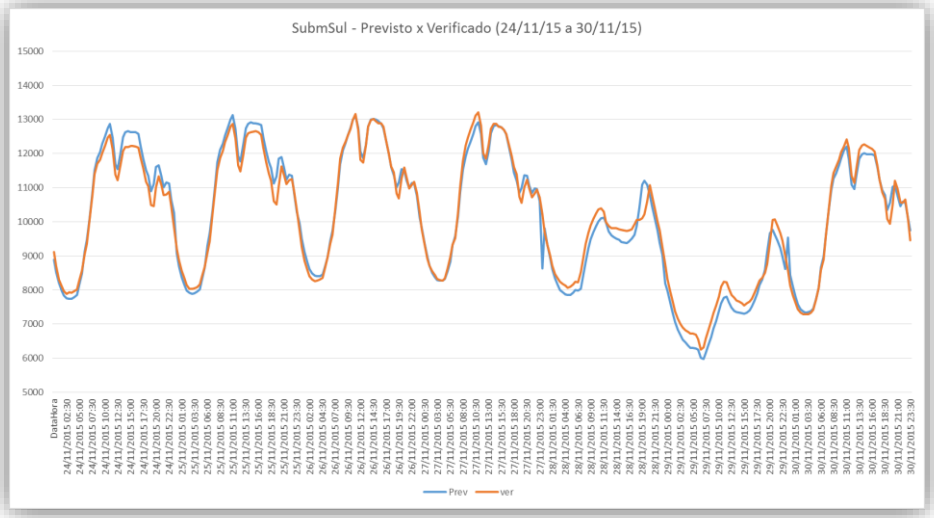
SSAS - Modelos

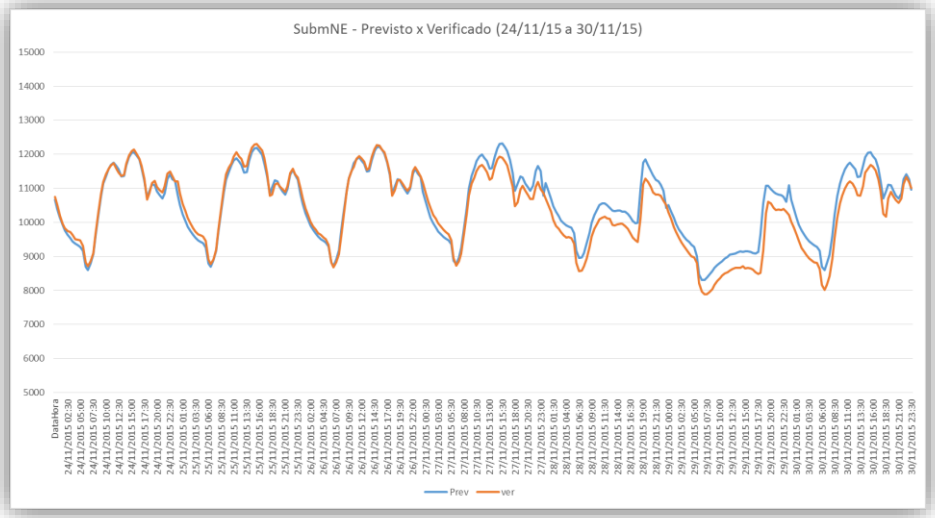


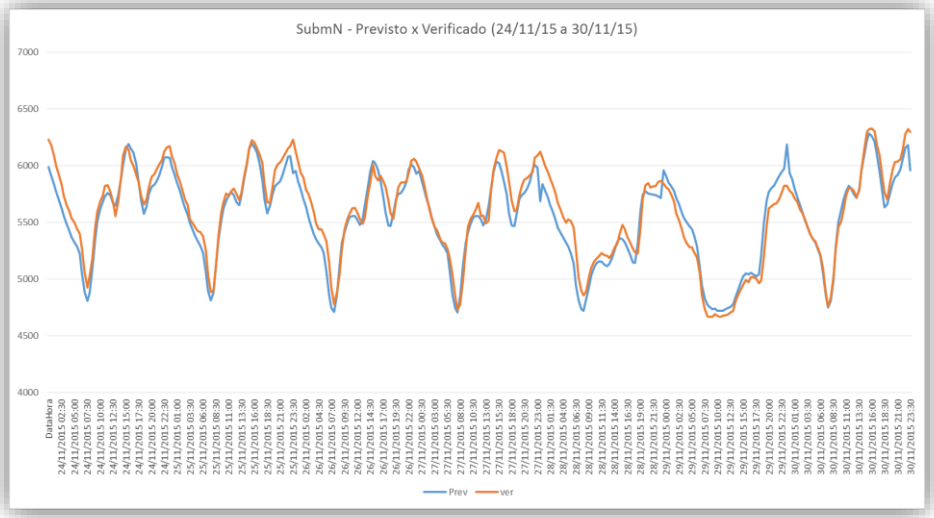


SSAS - Resultados



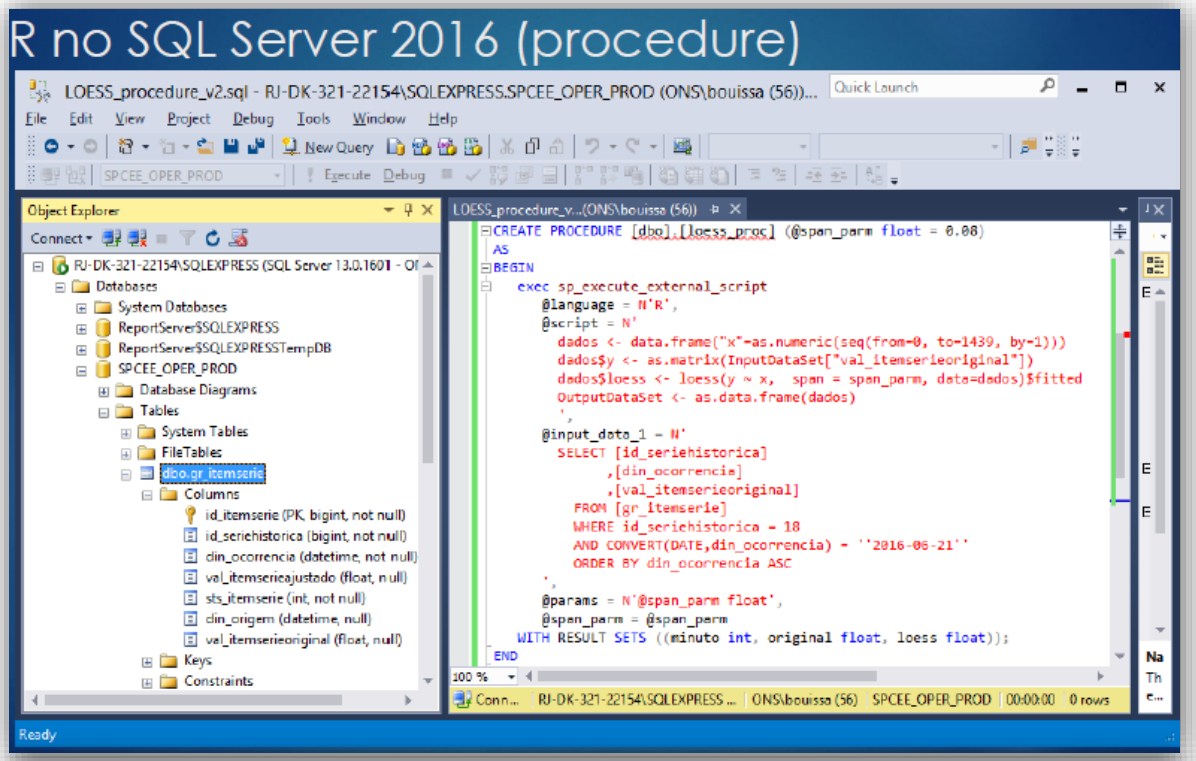


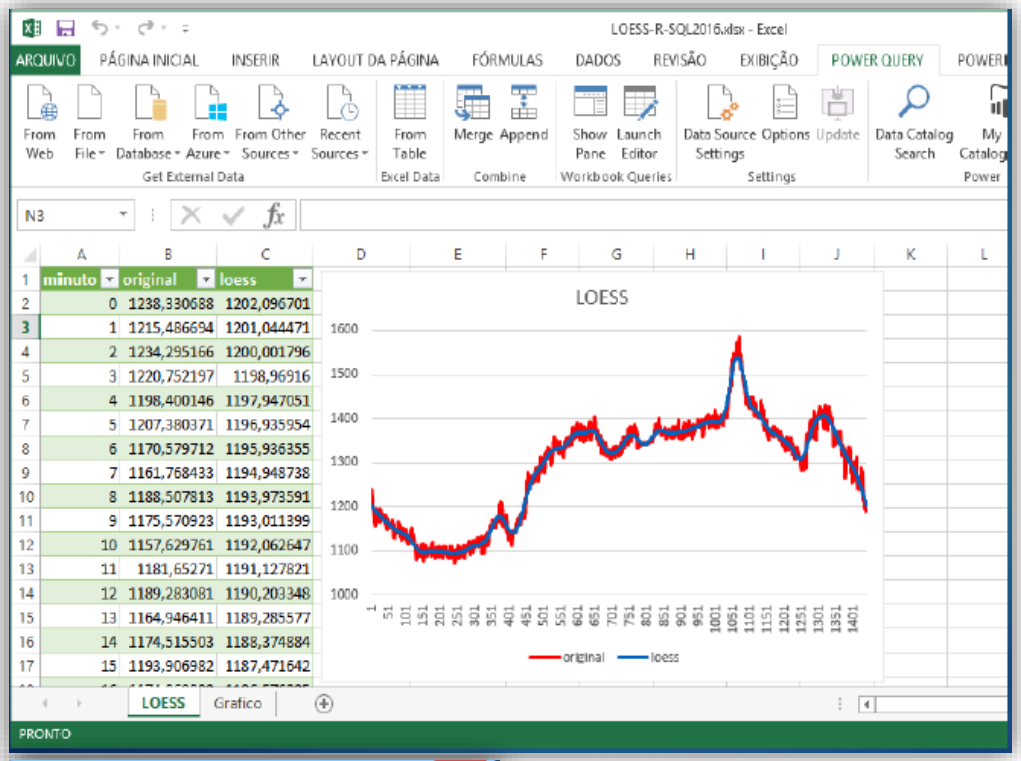


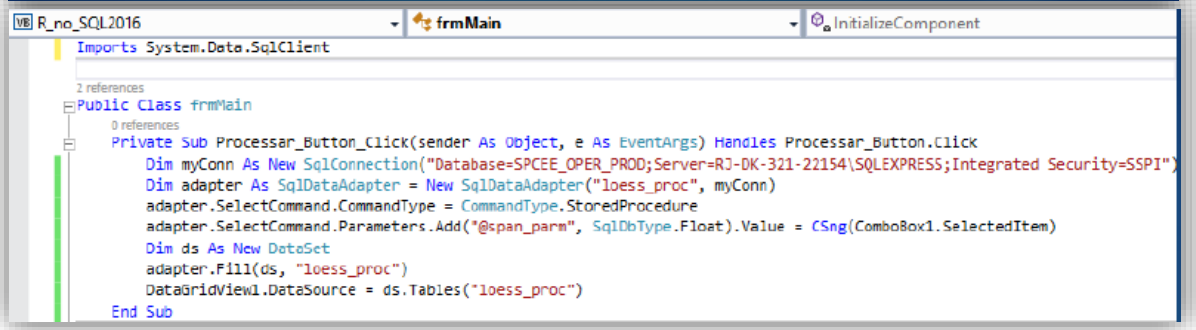


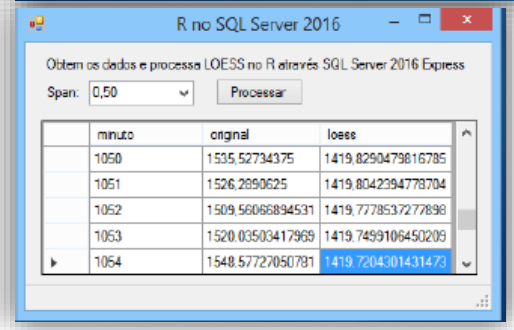
Integração R – SQL Server

R no SQL Server 2016 (procedure)

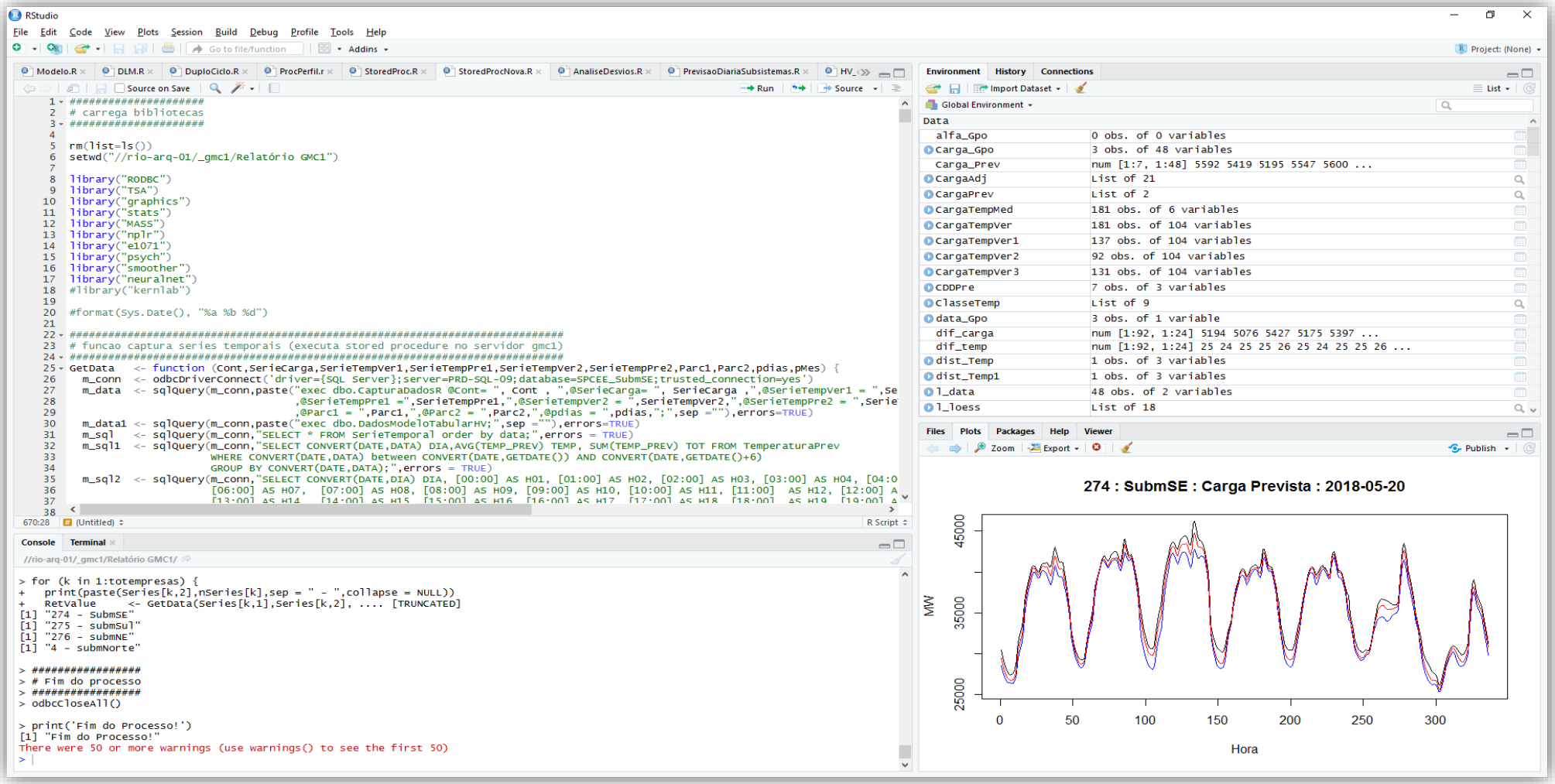




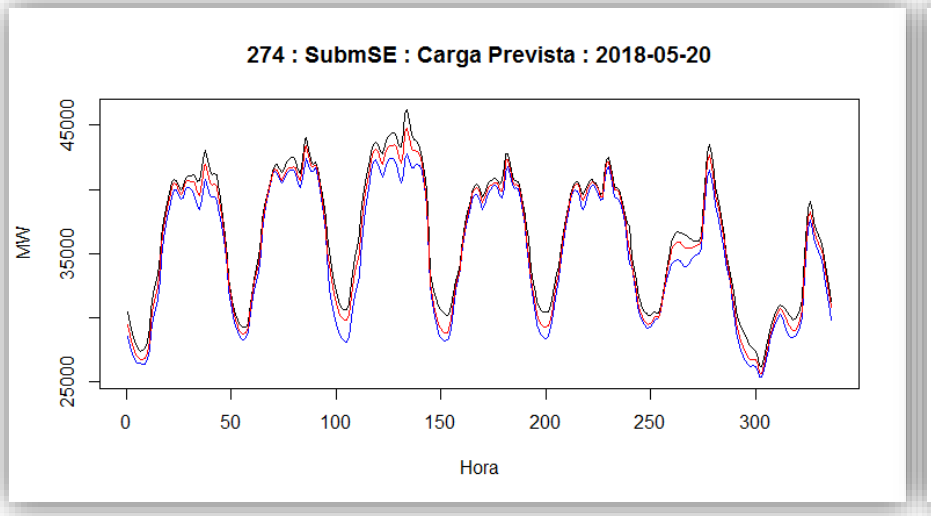


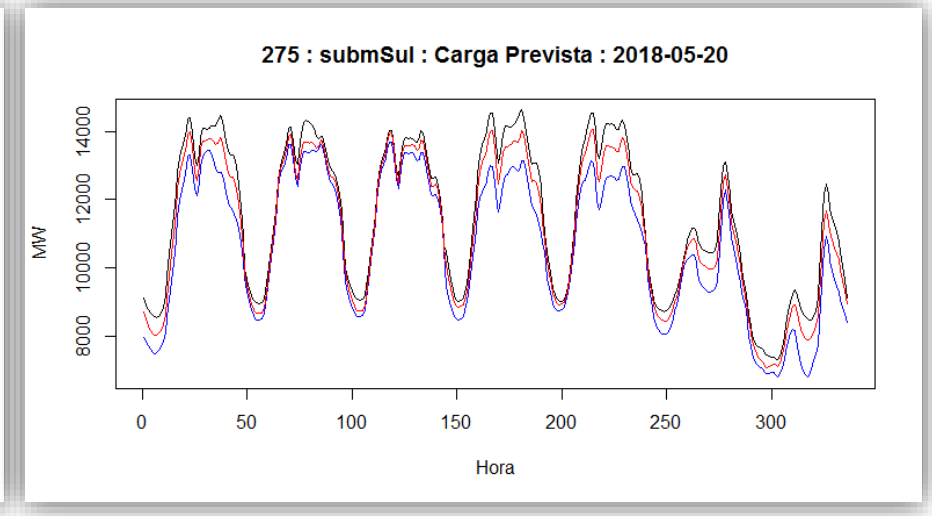


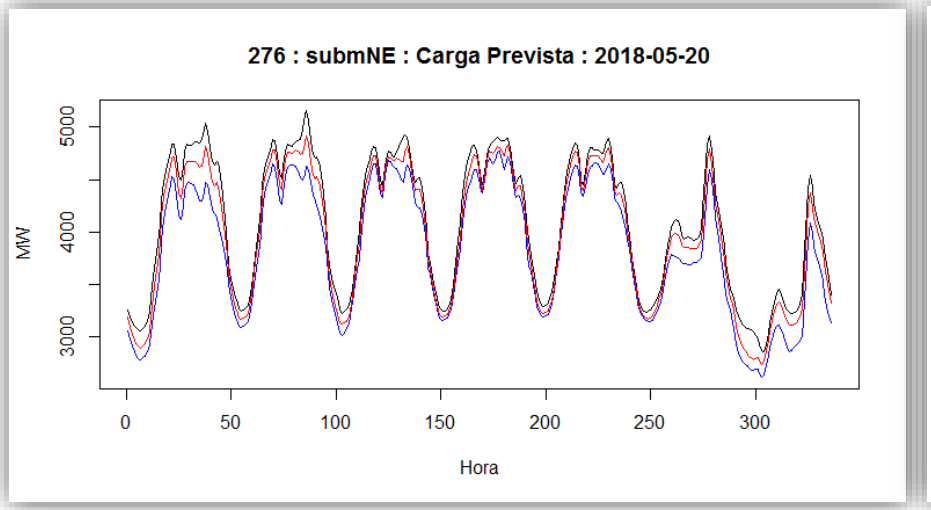
Modelos de Previsão de Carga para o PMO – Ensemble

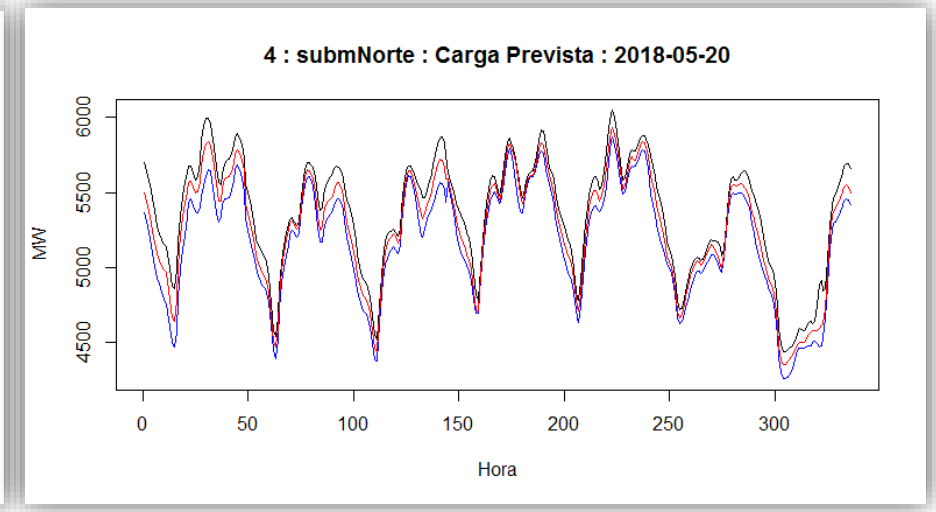


Modelos de Previsão de Carga para o PMO – Ensemble









Modelos de Previsão de Carga para o PMO – ANNSTLF

O previsor do ANNSTLF é constituído por três(3) módulos: duas Redes Neurais Artificiais – RNA, para previsão de carga e um módulo onde as previsões são combinadas usando um algoritmo recursivo de mínimos quadrados.

Base Load Forecaster (BLF)

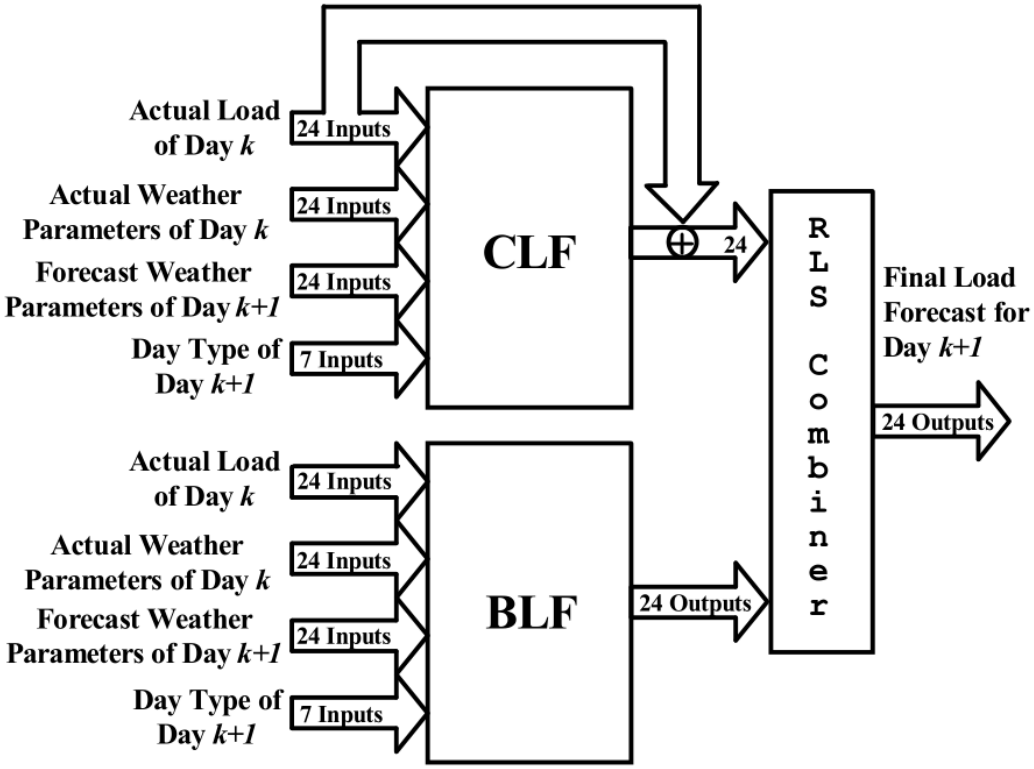
RNA que prevê a carga horária para o dia seguinte (24 valores)

Change Load Forecaster (CLF)

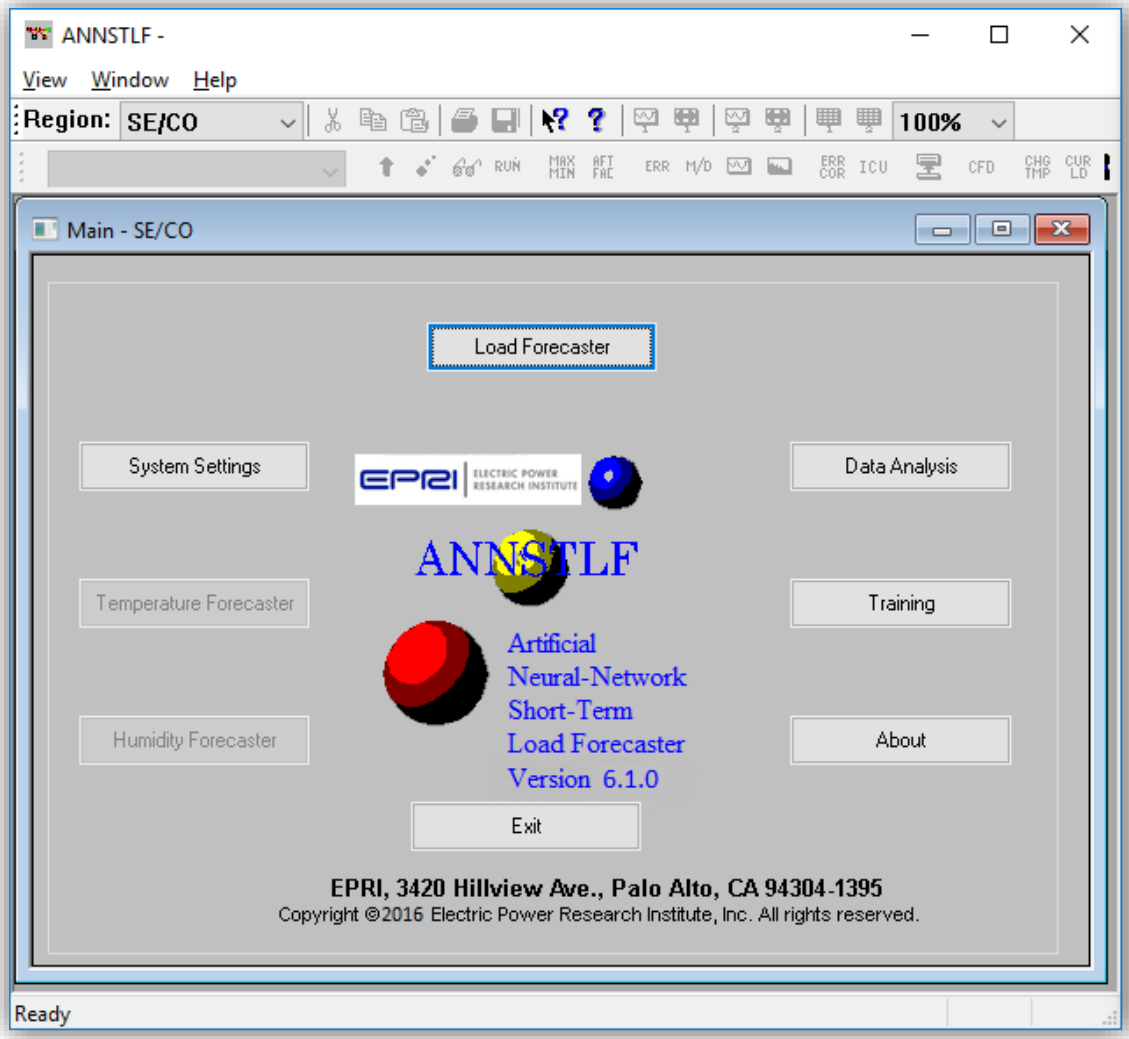
RNA que prevê a variação horária da carga de um dia K para o outro para o dia K+1

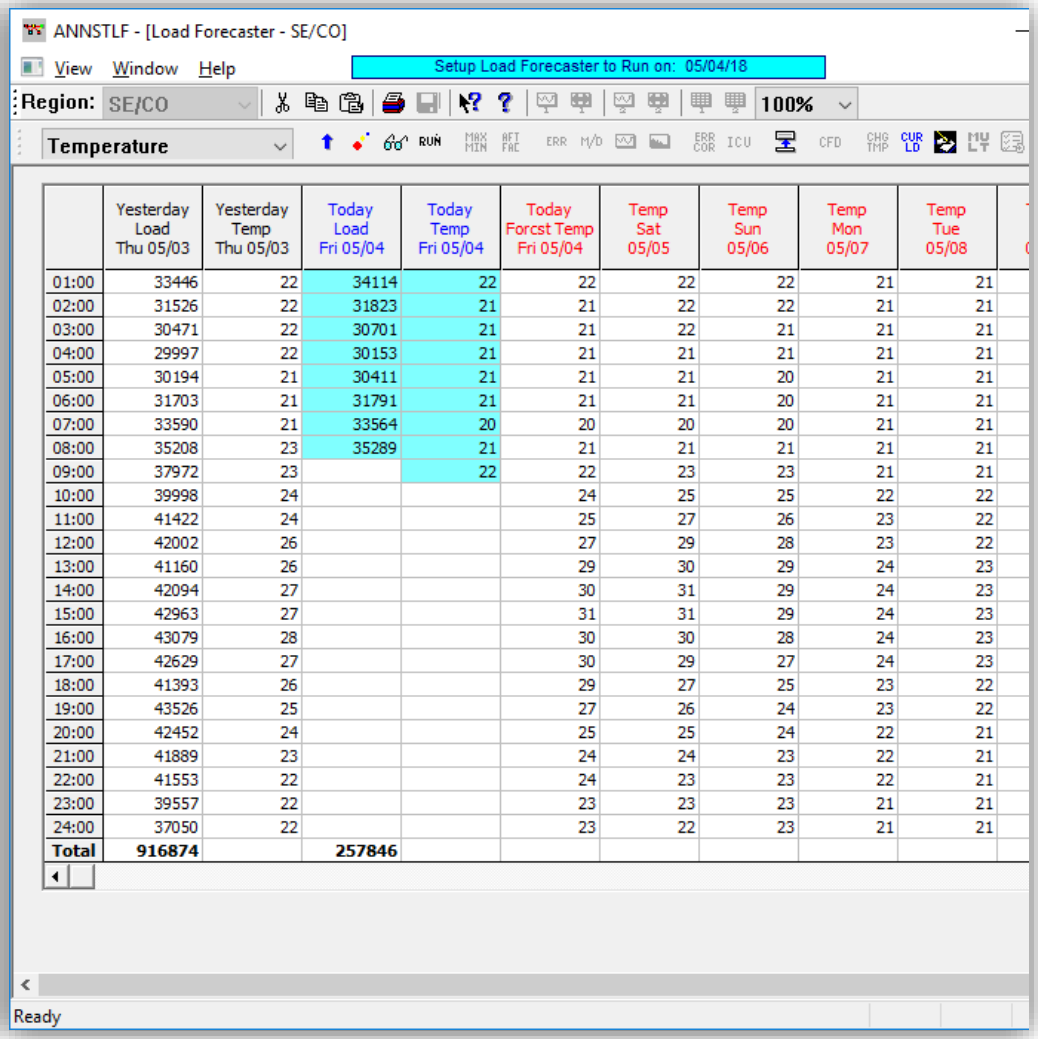
Recursive Least Squares (RLS)

Combinação linear das saídas das RNAs: BLF e CLF



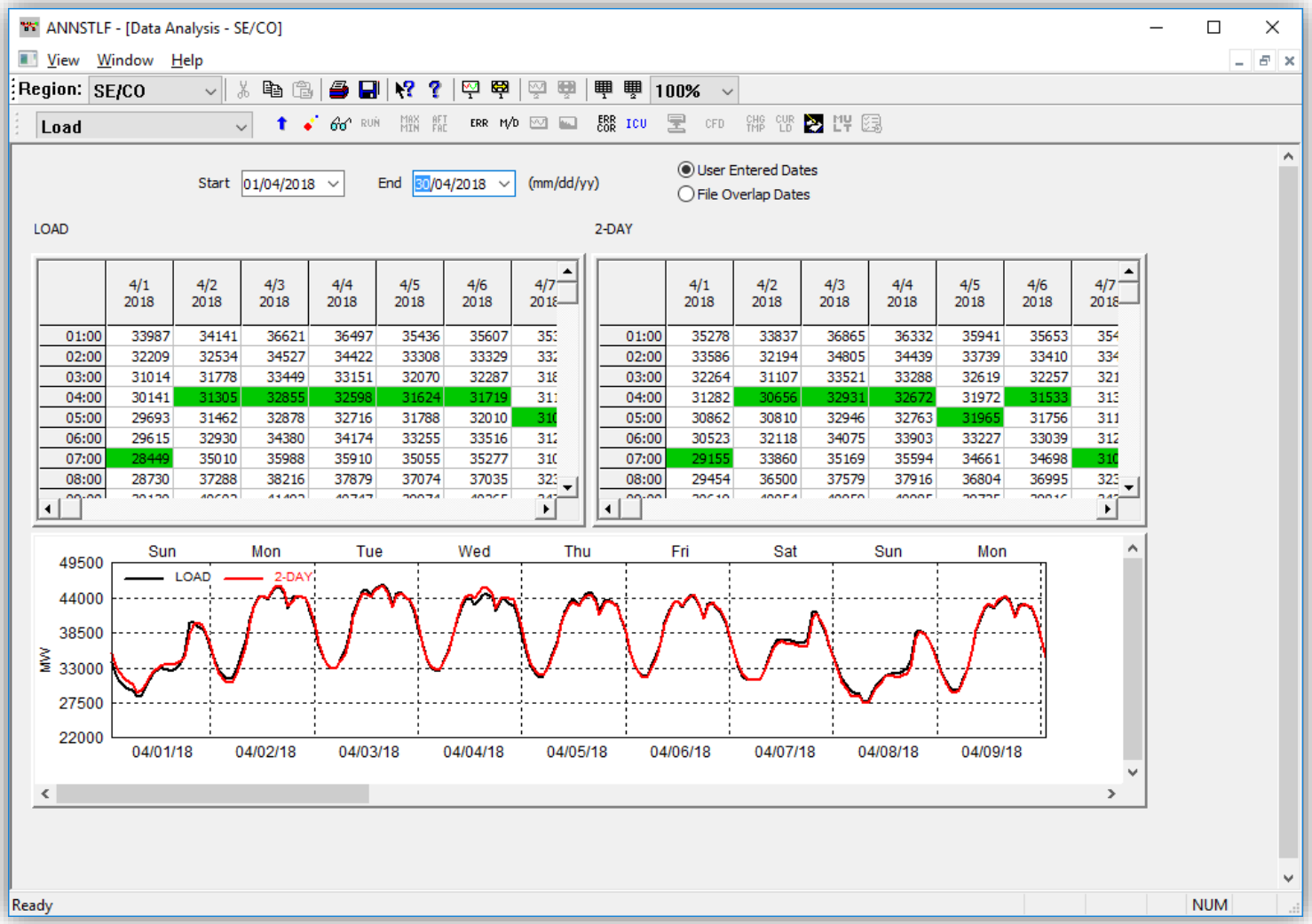
Modelos de Previsão de Carga para o PMO – ANNSTLF



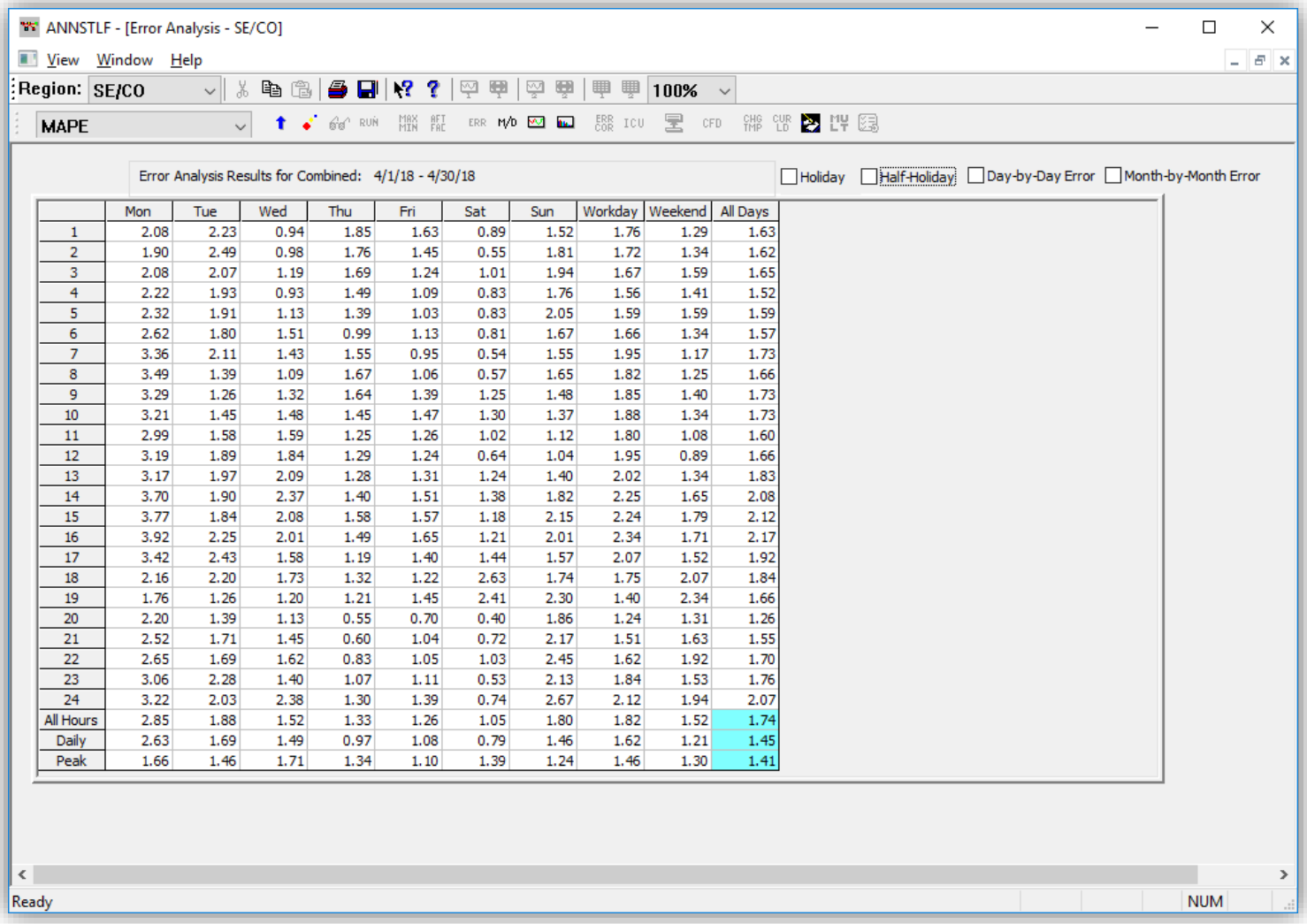


	Yesterday Load Thu 05/03	Yesterday Temp Thu 05/03	Today Load Fri 05/04	Today Temp Fri 05/04	Today Forcst Temp Fri 05/04	Temp Sat 05/05	Temp Sun 05/06	Temp Mon 05/07	Temp Tue 05/08
01:00	33446	22	34114	22	22	22	22	21	21
02:00	31526	22	31823	21	21	22	22	21	21
03:00	30471	22	30701	21	21	22	21	21	21
04:00	29997	22	30153	21	21	21	21	21	21
05:00	30194	21	30411	21	21	21	20	21	21
06:00	31703	21	31791	21	21	21	20	21	21
07:00	33590	21	33564	20	20	20	20	21	21
08:00	35208	23	35289	21	21	21	21	21	21
09:00	37972	23		22	22	23	23	21	21
10:00	39998	24			24	25	25	22	22
11:00	41422	24			25	27	26	23	22
12:00	42002	26			27	29	28	23	22
13:00	41160	26			29	30	29	24	23
14:00	42094	27			30	31	29	24	23
15:00	42963	27			31	31	29	24	23
16:00	43079	28			30	30	28	24	23
17:00	42629	27			30	29	27	24	23
18:00	41393	26			29	27	25	23	22
19:00	43526	25			27	26	24	23	22
20:00	42452	24			25	25	24	22	21
21:00	41889	23			24	24	23	22	21
22:00	41553	22			24	23	23	22	21
23:00	39557	22			23	23	23	21	21
24:00	37050	22			23	22	23	21	21
Total	916874		257846						

Modelos de Previsão de Carga para o PMO – ANNSTLF



Modelos de Previsão de Carga para o PMO – ANNSTLF

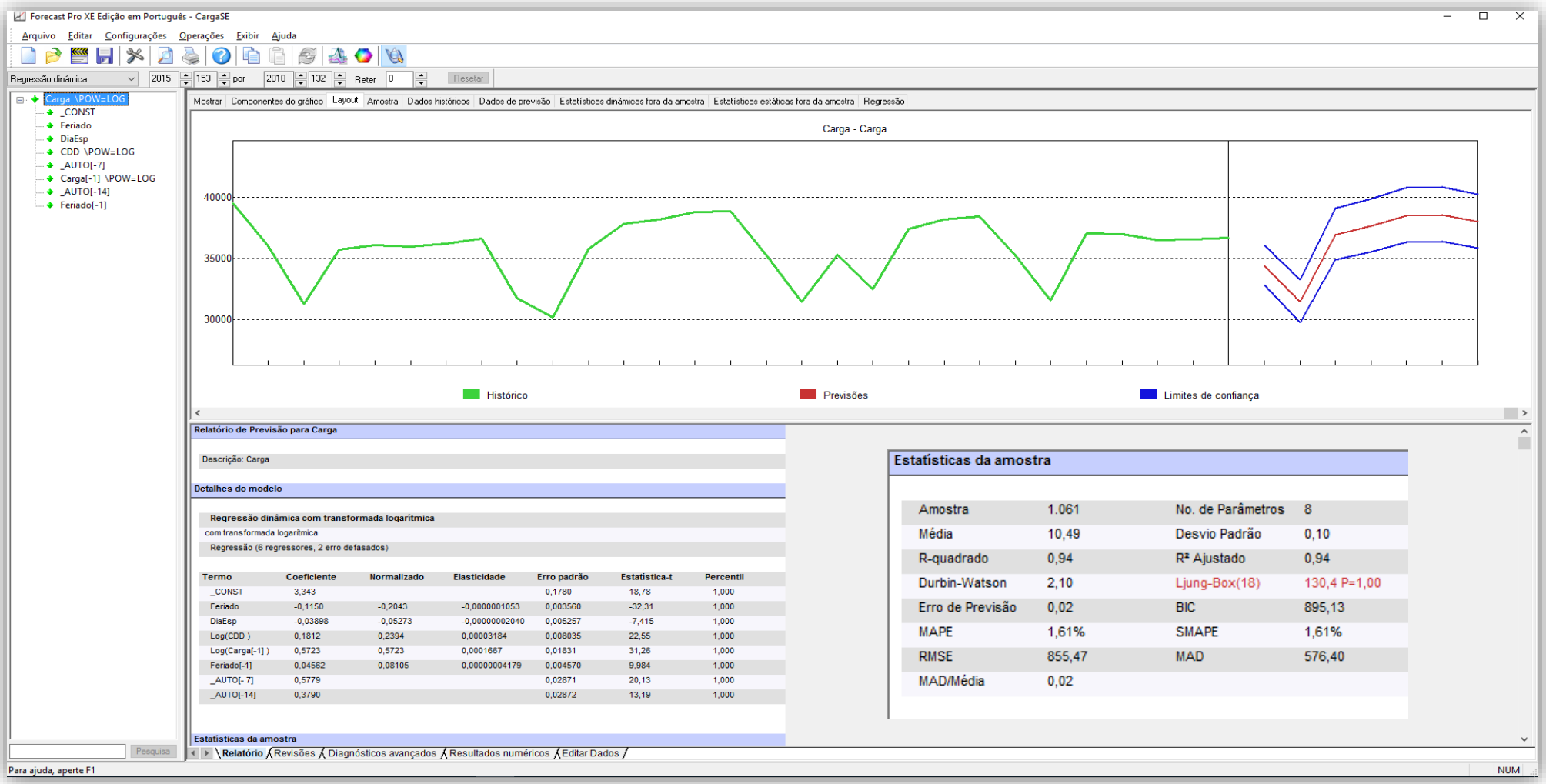


	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Workday	Weekend	All Days
1	2.08	2.23	0.94	1.85	1.63	0.89	1.52	1.76	1.29	1.63
2	1.90	2.49	0.98	1.76	1.45	0.55	1.81	1.72	1.34	1.62
3	2.08	2.07	1.19	1.69	1.24	1.01	1.94	1.67	1.59	1.65
4	2.22	1.93	0.93	1.49	1.09	0.83	1.76	1.56	1.41	1.52
5	2.32	1.91	1.13	1.39	1.03	0.83	2.05	1.59	1.59	1.59
6	2.62	1.80	1.51	0.99	1.13	0.81	1.67	1.66	1.34	1.57
7	3.36	2.11	1.43	1.55	0.95	0.54	1.55	1.95	1.17	1.73
8	3.49	1.39	1.09	1.67	1.06	0.57	1.65	1.82	1.25	1.66
9	3.29	1.26	1.32	1.64	1.39	1.25	1.48	1.85	1.40	1.73
10	3.21	1.45	1.48	1.45	1.47	1.30	1.37	1.88	1.34	1.73
11	2.99	1.58	1.59	1.25	1.26	1.02	1.12	1.80	1.08	1.60
12	3.19	1.89	1.84	1.29	1.24	0.64	1.04	1.95	0.89	1.66
13	3.17	1.97	2.09	1.28	1.31	1.24	1.40	2.02	1.34	1.83
14	3.70	1.90	2.37	1.40	1.51	1.38	1.82	2.25	1.65	2.08
15	3.77	1.84	2.08	1.58	1.57	1.18	2.15	2.24	1.79	2.12
16	3.92	2.25	2.01	1.49	1.65	1.21	2.01	2.34	1.71	2.17
17	3.42	2.43	1.58	1.19	1.40	1.44	1.57	2.07	1.52	1.92
18	2.16	2.20	1.73	1.32	1.22	2.63	1.74	1.75	2.07	1.84
19	1.76	1.26	1.20	1.21	1.45	2.41	2.30	1.40	2.34	1.66
20	2.20	1.39	1.13	0.55	0.70	0.40	1.86	1.24	1.31	1.26
21	2.52	1.71	1.45	0.60	1.04	0.72	2.17	1.51	1.63	1.55
22	2.65	1.69	1.62	0.83	1.05	1.03	2.45	1.62	1.92	1.70
23	3.06	2.28	1.40	1.07	1.11	0.53	2.13	1.84	1.53	1.76
24	3.22	2.03	2.38	1.30	1.39	0.74	2.67	2.12	1.94	2.07
All Hours	2.85	1.88	1.52	1.33	1.26	1.05	1.80	1.82	1.52	1.74
Daily	2.63	1.69	1.49	0.97	1.08	0.79	1.46	1.62	1.21	1.45
Peak	1.66	1.46	1.71	1.34	1.10	1.39	1.24	1.46	1.30	1.41

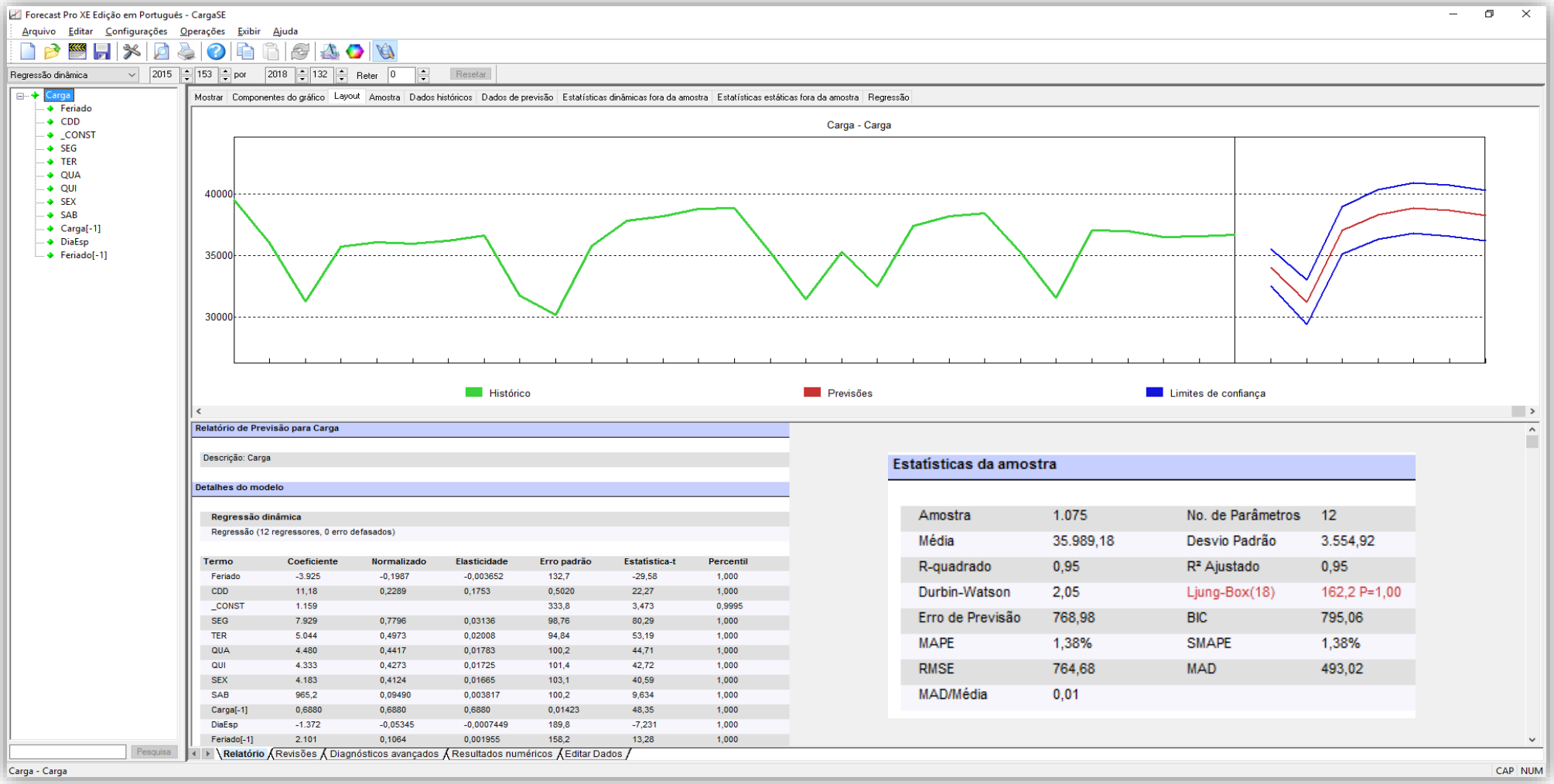
Estão disponíveis as seguintes medidas na análise dos erros:

- **MAPE** (Mean Absolute Percentage Error)
- **MAD** (Mean Absolute Deviation)
- **SD** (Standard Deviation of Absolute Errors)
- **Maximum APE** (Maximum Absolute Percentage Error)
- **Maximum AD** (Maximum Absolute Deviation)

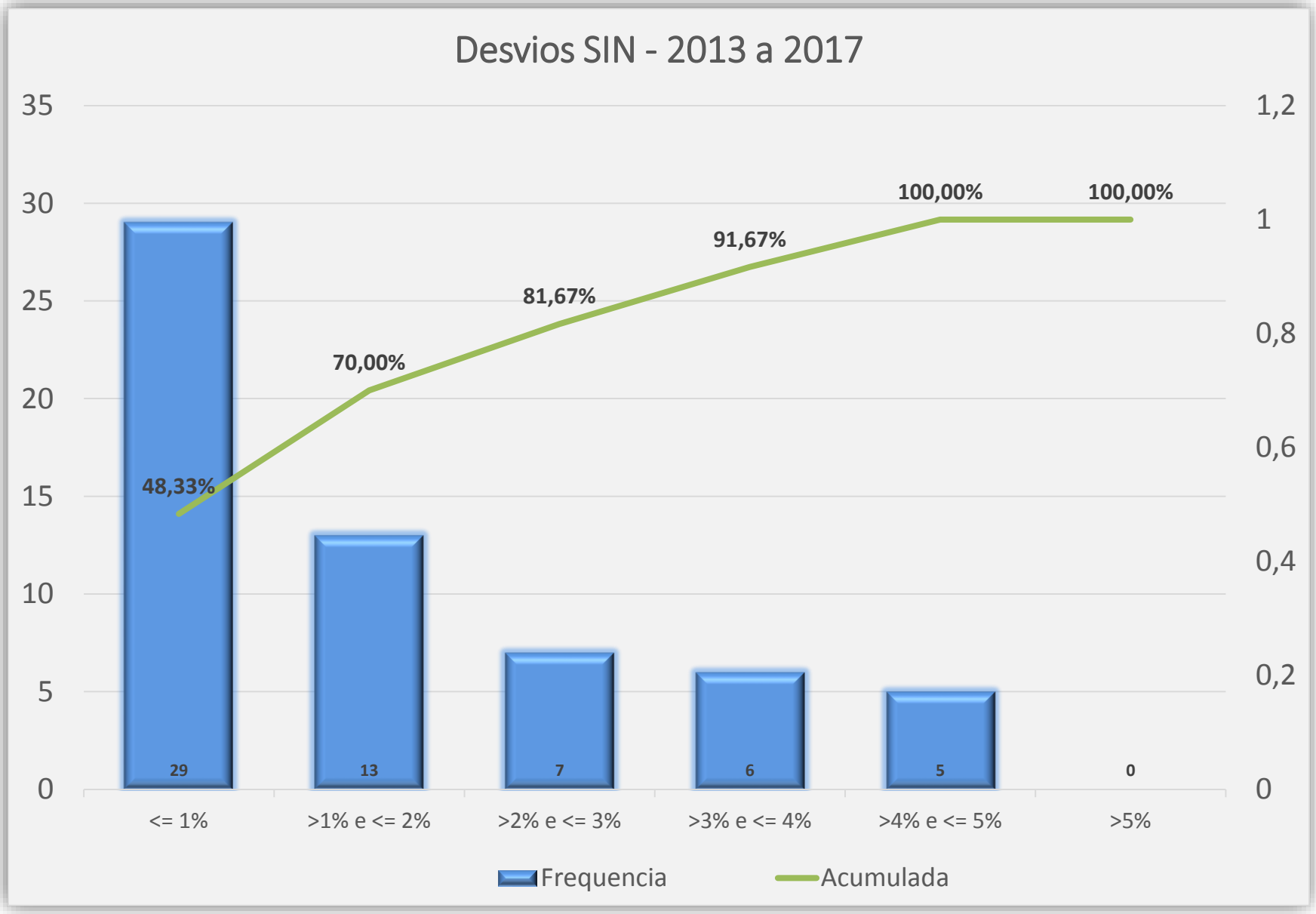
Modelos de Previsão de Carga para o PMO – FPW (Regressão Dinâmica)



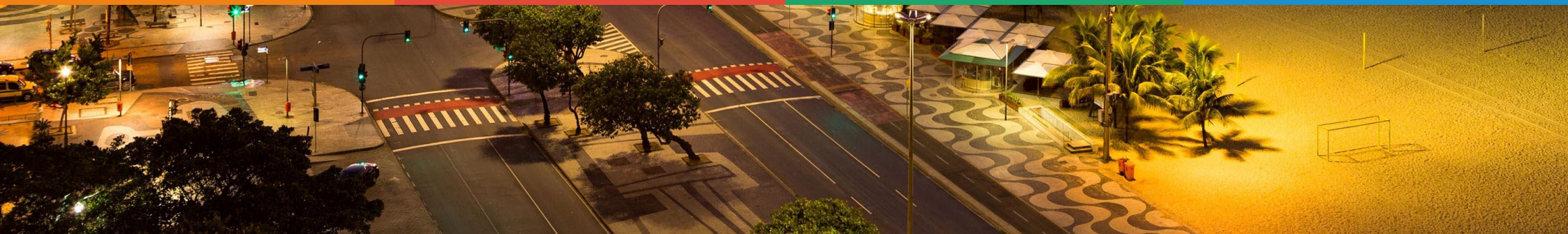
Modelos de Previsão de Carga para o PMO – FPW (Regressão Dinâmica)



Resultados PMO – Desvios de Previsão



Desenvolvimento do modelo PrevCargaPMO



Modelagem para Previsão de Carga Global para o PMO (semanal/mensal por Subsistema)

Motivação:

- Reprodutibilidade
- Transparência
- Consideração da Carga Global

Programa Mensal da Operação - PMO

- PrevCargaPMO (Carga Global)

Contratação do Cepel:

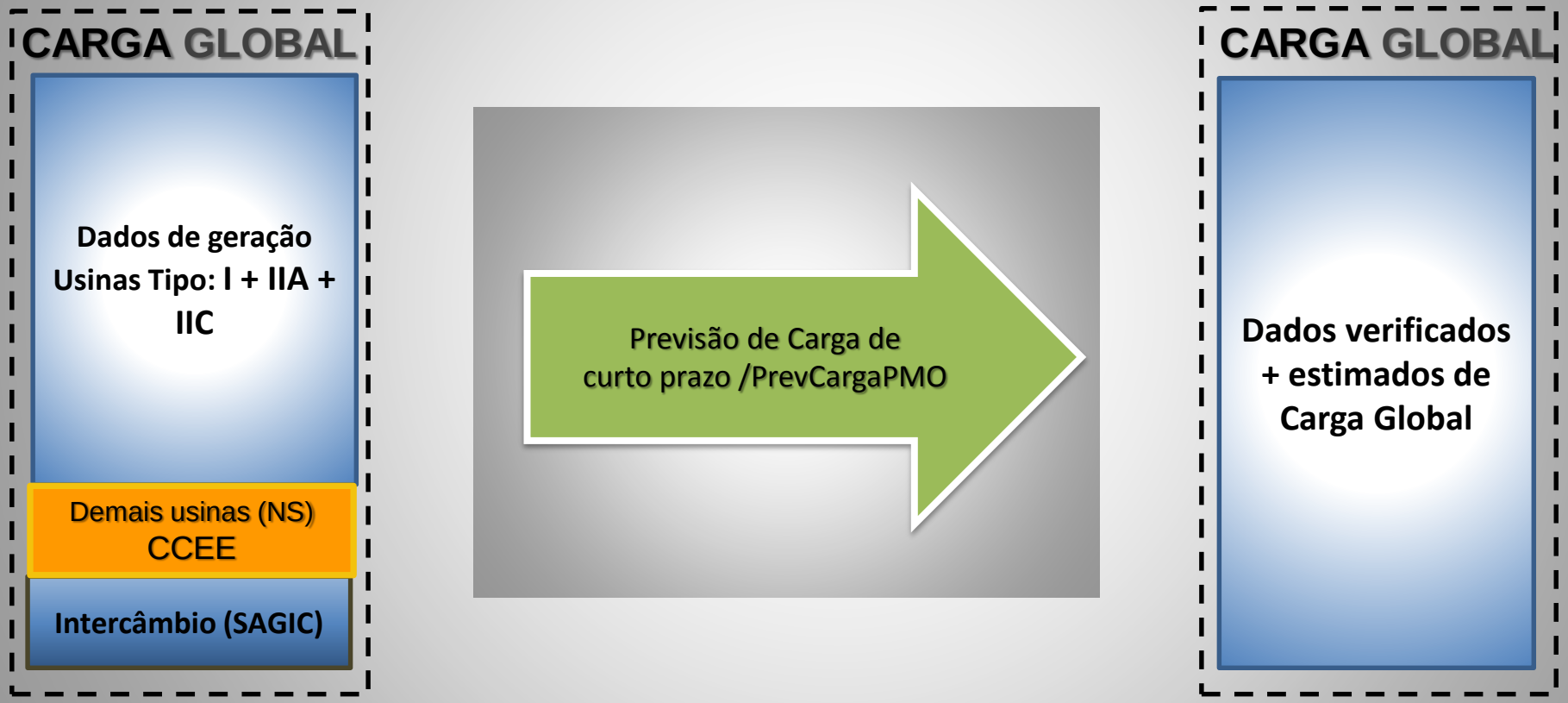
- ✓ Parceria existente
- ✓ Experiência técnica

Previsão da Carga Global para o PMO (mensal por Subsistema)

ONS/CEPEL – Desenvolvimento do modelo **PrevCargaPMO**

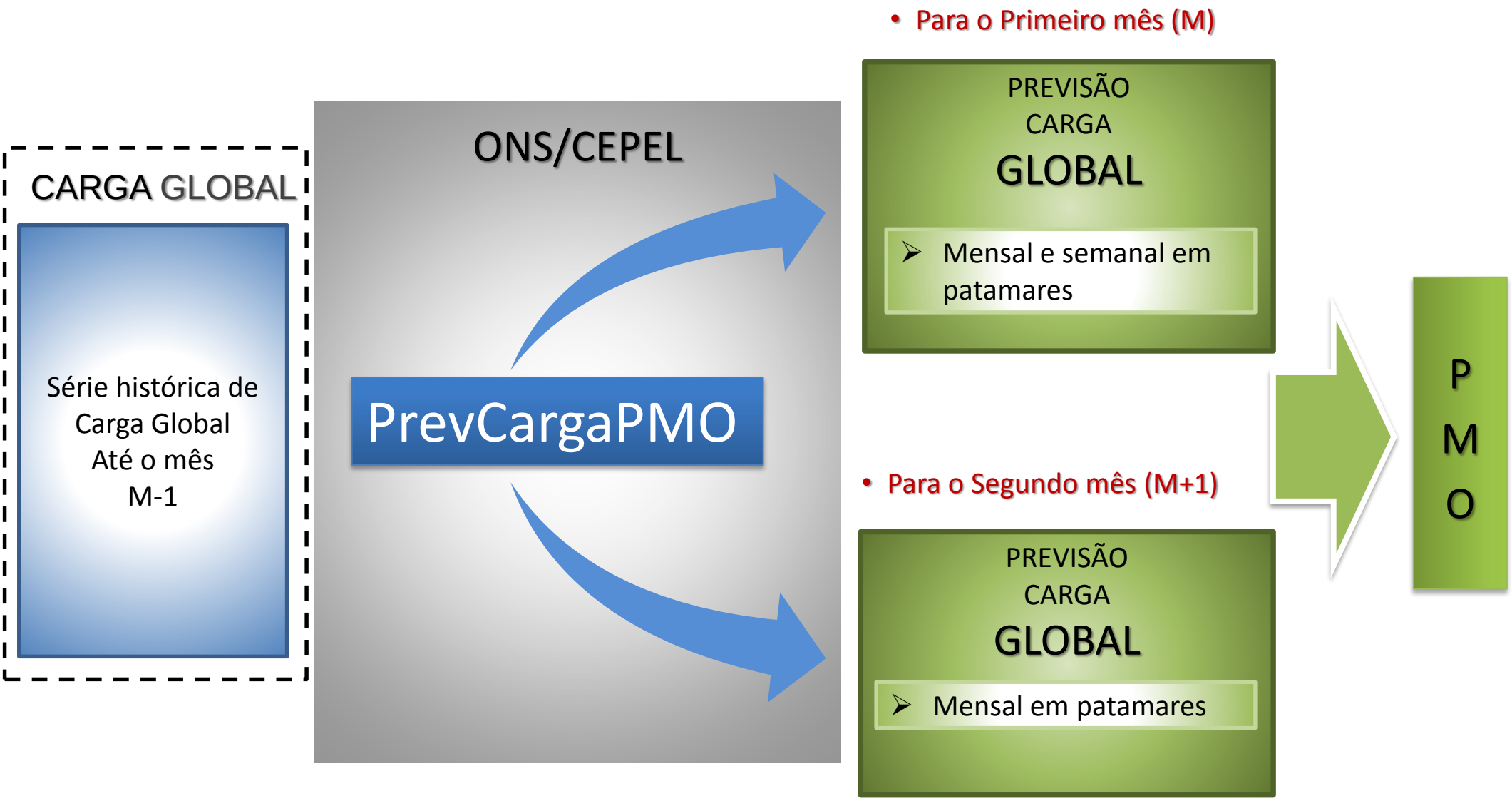
Estimativa para o mês em curso (M-1)

- Dados verificados até o dia D
- Dados estimados para os dias dia D + 1, D+2 ...



Previsão da Carga Global para o PMO (por Subsistema)

Previsão para os meses M e M+1



Operador Nacional do Sistema Elétrico

FIM.