



GRUPO IX

ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS (GOP)

PREVISÃO DE CARGA DE CURTO PRAZO

Walmir Marra * Wilson Fernandes Lage Carlos Alberto Scolari Miranda
CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais
Germano Lambert Torres Cláudio I. de Almeida Costa Alexandre Alves Pinto da Silva
EFEI – Escola Federal de Engenharia de Itajubá

RESUMO

Buscando sempre minimizar os erros de previsão de carga e facilitar o trabalho do técnico de previsão, a CEMIG buscou uma parceria com a EFEI para o desenvolvimento deste modelo. No presente artigo pretende-se quantificar os erros e os ganhos qualitativos e quantitativos do modelo de previsão de carga de curto prazo utilizado na CEMIG desde novembro de 1997.

PALAVRAS-CHAVE

Previsão de Carga a Curto Prazo, Previsão Off-Line.

1.0 - INTRODUÇÃO

Diante das transformações advindas do novo modelo do Setor Elétrico, as empresas de energia elétrica estão revendo seu papel tradicional de fornecedores de eletricidade, usando de novas posturas de comercializadoras de serviços de energia.

Estas reformas buscam prover o Setor de maior competitividade. A previsão de carga própria de curto prazo desempenha um papel muito importante na formulação de estratégias de operação econômicas, otimizando todos os recursos disponíveis no sistema. Um modelo de previsão de carga de curto prazo, ajustado a realidade atual, deverá apresentar um ganho muito expressivo de qualidade e confiabilidade dos dados. Erros de previsão terão um impacto financeiro elevado. Um maior aproveitamento dos recursos disponíveis, incluindo venda de energias secundária, demandará melhor precisão nos processos de previsão de carga, que deixará de ser um mero dado

de entrada para outros processos e tornar-se-á fator de decisões operativas e comerciais.

A programação do despacho de geração toma como base o mercado previsto com 48 horas de antecedência, em MWh/h, e em intervalos inferiores à hora no período de carga pesada. O Operador Nacional do Sistema – ONS, recebe os dados das empresas e consolida o programa de geração e intercâmbios. Erros nestas previsões poderão ocasionar reprogramações no tempo real e conseqüentemente, uma operação menos otimizada, além do custo financeiro elevado às empresas.

Procurando estreitar o laço entre universidade e empresa a CEMIG buscou, na Escola de Engenharia de Itajubá – EFEI, uma parceria para o desenvolvimento do Modelo de Previsão de Carga de Curto Prazo culminando no desenvolvimento de pacote computacional para sua operacionalidade.

2.0 DESCRIÇÃO DO MODELO

O modelo consiste dos seguintes módulos:

- Previsão OFF-LINE que faz previsões discretizadas em intervalos de 15 minutos, para um horizonte de até 168 horas a frente. Este módulo atende à programação energética que determina o despacho mais econômico das fontes de geração de forma consistente com os requisitos de confiabilidade, restrições operacionais e limitações físicas, ambientais e de equipamentos.
- Previsões de extremos, máximos e mínimos para cada intervalo de previsão do módulo OFF-LINE. Estas informações permitem aos despachantes

tomar decisões com o objetivo de operar o sistema de potência de forma segura.

- Previsões por Malhas Regionais. Como a extensão da carga da área de controle da empresa é muito grande, estas previsões são necessárias para a regulação de fluxos nas linhas de interligação entre malhas.
- Previsão ON-LINE, que produz previsões para 24 horas adiante, utilizando técnicas de Redes Neurais e Lógica Fuzzy. Esta informação permite aos despachantes tomar as ações corretivas necessárias, como, por exemplo, entrada de unidade de pico, corte de carga, compra de energia, operações de chaveamento, etc., objetivando sempre a operação segura e otimizada do sistema eletro-energético.

3.0 INTERFACE

Proporcionar ao técnico um ambiente amigável era um desafio. Isto foi conseguido através de uma interface muito bem elaborada baseada nos conhecimentos e dificuldades dos usuários. A interface ideal foi obtida após um ciclo de entrevistas com usuários e ex-usuários (figura 1). Devido a sua larga aceitação no mercado, a plataforma Windows da Microsoft foi escolhida como padrão de desenvolvimento. Também o operador, na sala de controle, dispõe da informação do acompanhamento da previsão em relação aos valores verificados (figura 2).

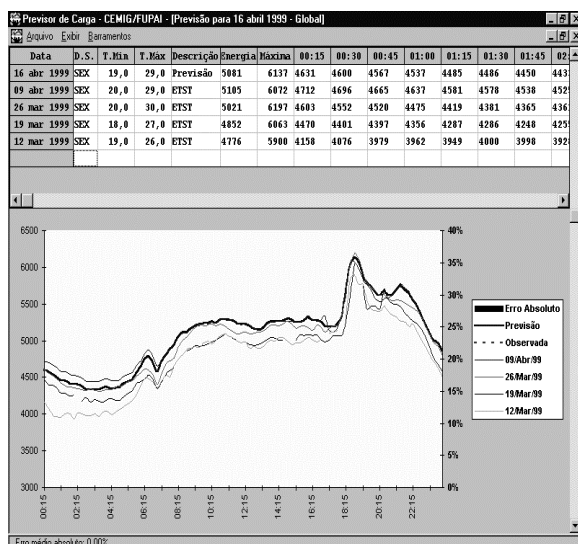


FIGURA 1: Tela do ambiente de previsão

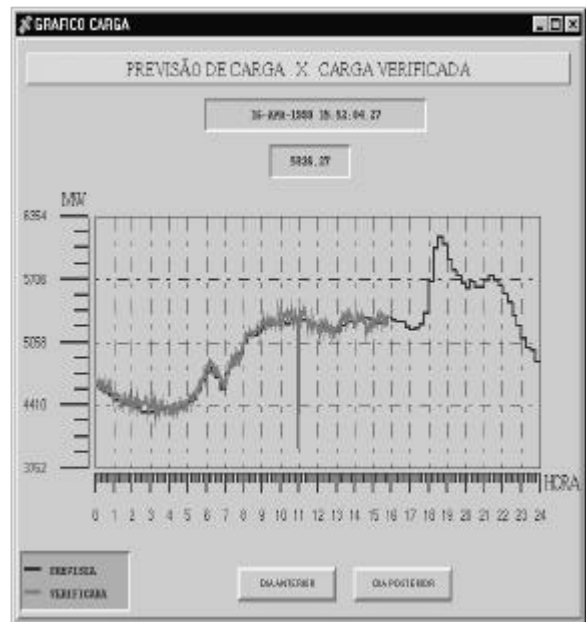


FIGURA 2: Tela acompanhamento da previsão

4.0 METODOLOGIA DE PREVISÃO DO MÓDULO "OFF-LINE"

A metodologia de previsão do módulo "off-line" é baseada em três conceitos: dias semelhantes, histórico de eventos e ajustes do operador.

Os dias semelhantes são dias que possuem características comuns com o dia a ser previsto. A principal periodicidade utilizada é a semanal, ou seja, dias de semana iguais, possuem curvas de carga semelhantes. Assim, pode-se verificar que as cargas de um mesmo dia da semana (por exemplo, terça-feira) têm um caracter bastante semelhante aos mesmos dias passados (ou seja, às terças-feiras anteriores). Outras relações de semelhança podem ser encontradas com base em diferentes critérios. Por exemplo, as curvas de carga das terças, quartas e quintas são bastante semelhantes em várias regiões. Já as segundas e sextas fogem a regra por sofrerem influência do fim de semana.

O histórico de eventos é utilizado para o registro dos eventos ocorridos e previstos, sendo de suma importância para realização de uma boa previsão. Os eventos passados possibilitam eliminar características atípicas da curva de carga dos dias semelhantes. Os eventos previstos permitem incluir na curva prevista fatos externos que fogem a capacidade de previsão do método. Os principais tipos de eventos são: entradas e saídas de carga, modulações dinâmicas, contratos especiais de fornecimento e desligamentos.

A possibilidade de intervenção do operador é a última peça fundamental do módulo off-line. A possibilidade de inclusão de informações não modeladas como

eventos não registrados, eventos regionais, bem como a possibilidade de inclusão e exclusão de dias semelhantes, ajustes de níveis de carga e dos valores previstos, são vitais para real utilização de um programa de previsão de carga. A metodologia utiliza a teoria dos Conjuntos Difusos, pois esta permite que o conhecimento do previsor sobre a carga seja incorporado ao modelo matemático de previsão de carga.

É imprescindível que o operador seja um técnico em previsão de carga com as características que são inerentes à função: organização, estar continuamente ligado aos movimentos da economia e do mercado, conhecimento das técnicas de previsão, dentre outras.

5.0 ANÁLISE DE DESEMPENHO DAS PREVISÕES DE CARGA

Anteriormente, as previsões de carga horária e em intervalos de 15 minutos, utilizada pela programação energética da CEMIG, eram feitas através de um programa que acessava um histórico recente e que não proporcionava facilidades no manuseio da ferramenta.

Para atender às necessidades da programação eletroenergética, as previsões de carga própria normalmente são feitas com uma antecedência conforme esquema abaixo (Tabela 1) :

Dia previsto	Dia da elaboração da Previsão	Antecedência
Sábado	Quinta-feira	48 horas
Domingo	Quinta-feira	72 horas
Segunda-feira	Sexta-feira	72 horas
Terça-feira	Segunda-feira	24 horas
Quarta-feira	Terça-feira	24 horas
Quinta-feira	Quarta-feira	24 horas
Sexta-feira	Quinta-feira	24 horas

Tabela 1

No caso de feriados prolongados se faz necessário uma antecedência ainda maior, chegando muitas vezes a ultrapassar a uma semana.

As figuras 3, 4 e 5 representam as curvas previstas de um dia útil, sábado e domingo do mês de agosto de 1998.

As figuras 6 e 7 representam os erros médios mensais e acumulado no ano de 1998.

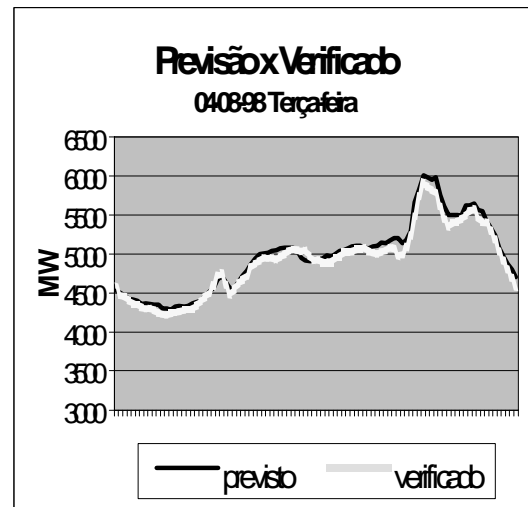


FIGURA 3

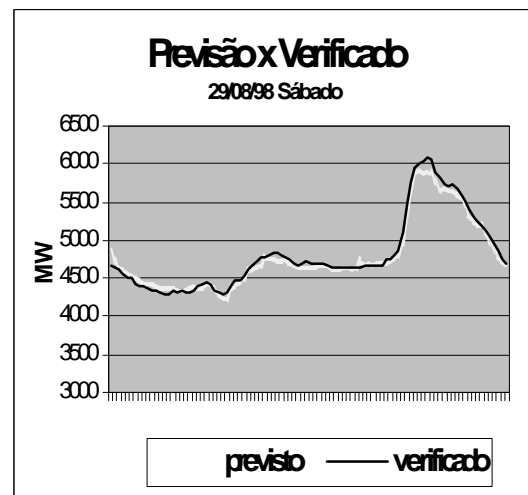
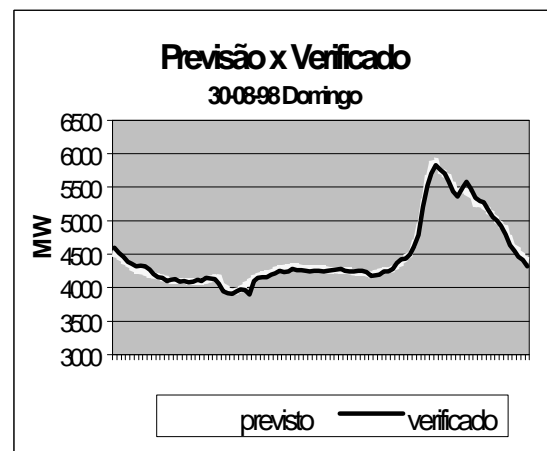


FIGURA 4

FIGURA 5



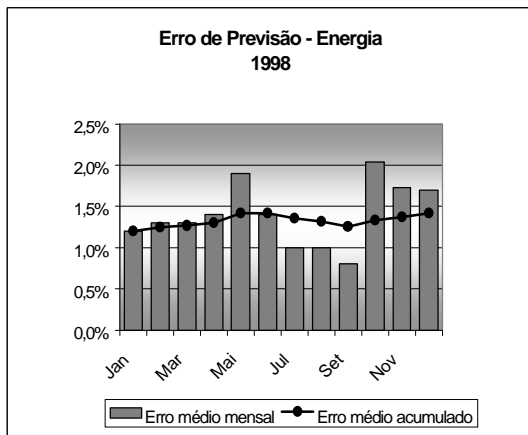


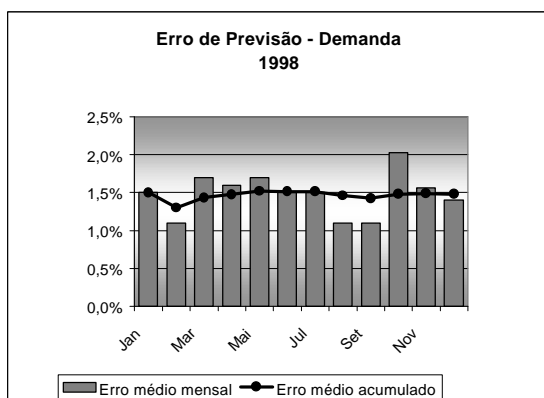
FIGURA 6

FIGURA 7

5 - CONCLUSÕES

Diante das transformações do setor elétrico brasileiro, que terá como característica essencial a competitividade entre os agentes, teremos, conseqüentemente, por parte das empresas uma busca de melhor desempenho, aumento de qualidade, redução de custos e otimização na utilização dos recursos existentes. Neste cenário, modelos de previsão de carga se tornam ferramentas essenciais.

Na CEMIG o modelo que mencionamos neste artigo está em operação comercial desde novembro de 1997, e os ganhos auferidos são enormes, principalmente Com os percentuais reduzidos de erros das previsões obteve-se uma redução bastante significativa do



quando se opera o sistema próximos dos limites de capacidade, como tem ocorrido com muita freqüência

número de reprogramações de intercâmbio/geração, proporcionando com isto a maximização do fator de no horário de ponta.

A precisão dos valores previstos torna possível a comercialização de novas formas de produtos, carga da empresa, incluindo soluções inovadoras de gerenciamento da demanda, proporcionando uma operação mais otimizada do sistema.

A nível Internacional um modelo de previsão de carga de curto prazo que obtêm um erro médio abaixo de 2,0% para um horizonte de até 168 horas a frente é considerado excelente. No presente modelo consegue-se erros inferiores a 1,5%, demonstrando sua eficiência enquanto ferramenta de apoio. Operado por técnicos experientes em previsão de carga, torna-se um sistema praticamente imbatível naquilo que se propõe: minimização dos erros de previsão.

6 - BIBLIOGRAFIA

- (1) D.Dubois e H. Prade – “Fuzzy Sets and Systems-Theory and Applications”, Academic Press, New York, 1980.
- (2) G. Lambert- Torres, B. Valiquette e D. Mukhedkar – “Short Term Feeder Load Forecasting: Na Expert Systems Ysing Fuzzy Logic”, International Symposium on Power Systems, Aug. 1989.
- (3) G. Lambert Torres, A.P. Alves da Silva, J. Haddad e L.O. Mattos dos reis – “Um sistema Híbrido para a Previsão de Carga a Curto-Prazo”, 1º Congresso Brasileiro de Redes Neurais, Itajubá, Outubro 1994.
- (4) G. Lambert-Torres, A.P. Alves da Silva, C.I.A. Costa, A.F. Cardoso e W. Marra – “Short-Term Load Forecasting: CEMIG Powe Industry’s Approach”, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, IEEE-SMC’97, Orlando, USA, Oct. 12-15, 1997.