

1 Introdução

1.1 Motivação

O Novo Modelo do Setor Elétrico, concebido pela Lei 10.848 de 15 de março de 2004, introduziu alterações relevantes na regulamentação do setor elétrico brasileiro.

Uma das principais características trazidas por esta Lei foi a criação de dois ambientes paralelos para a comercialização de energia, um para as empresas de distribuição, chamado Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e outro para consumidores livres e empresas de comercialização de energia, em que será permitida a concorrência, chamado de Ambiente de Contratação Livre (ACL).

No Ambiente de Contratação Regulada (ACR), as empresas de distribuição compram energia para seus consumidores por meio de leilões públicos regulados pela ANEEL, e operacionalizados pela CCEE (Camara Comercializadora de Energia Elétrica). Os leilões de energia ocorrem com periodicidade anual e são subdivididos em duas categorias principais: os leilões de energia existente e os leilões de energia nova. Os leilões de energia existente têm por objetivo a venda de energia de empreendimentos existentes cujo investimento inicial em sua construção já tenha sido plenamente amortizado. Estes leilões são usualmente classificados como leilões do tipo “A-1”. Isto é, são leilões organizados no ano anterior ao ano de entrega física de energia (“A”). Os leilões de energia nova, por sua vez, se destinam ao atendimento das necessidades de mercado das distribuidoras mediante a venda de energia elétrica proveniente de empreendimentos que, em geral, ainda não iniciaram sua etapa de construção. Estes leilões são organizados sob a formatação do tipo “A-5” e “A-3, existe também o MCSD (Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits), onde a Concessionária pode vender ou comprar energia, que ocorre todo ano.

Nesse Ambiente, as concessionárias, as permissionárias e as autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional - SIN deverão garantir o atendimento à totalidade de seu mercado, com uma antecipação estimada de um ano, no mínimo, à frente. O não atendimento da totalidade da energia consumida pelo seu mercado pode resultar em multas, então para evitá-las, as Distribuidoras devem prever, com um alto nível de acurácia, esse consumo.

Essa previsão de consumo é uma tarefa difícil, uma vez que a série é influenciada pelos fatores exógenos abaixo:

- Fatores Climáticos. Os fatores climáticos exercem uma forte influência no comportamento da carga, especialmente em áreas residenciais e comerciais, sendo que a variável climática mais utilizada é a temperatura. A temperatura influencia diretamente o consumo de energia elétrica pelo uso em condicionadores de ar, aquecedores, refrigeradores, etc. Podemos comprovar sua influência comparando uma previsão de carga feita somente com os dados históricos de energia com outra onde foram utilizados também os dados climáticos da região.
- Fatores Temporais. Esses fatores desempenham um importante papel que influencia os padrões de carga. Os efeitos sazonais determinam o pico de carga de verão ou de inverno. Algumas mudanças no padrão de carga ocorrem gradualmente como resposta a variações sazonais, tais como o número de horas de luz do dia e as mudanças na temperatura. Por outro lado, há eventos sazonais alteram de forma abrupta os padrões de carga, como por exemplo, mudanças na taxa de consumo (hora do dia ou demanda sazonal), início do ano escolar, época de Carnaval e reduções significativas das atividades durante a época das férias.
- Fatores Socioeconômicos. A estabilidade econômica, que o país passa atualmente, viabiliza um aumento da intensidade energética de todas as faixas de renda, principalmente das mais baixas;

Além da estatística (BRANCO, 1986; SCHUCH, 1988; SPOSITO, 1991; GONZALEZ, 1991; SANTOS, 1996; ALVES, 1997; CAETANO, 1997, entre outros), técnica de inteligência computacional (LORENTZ, 1995; SOTO, 1999; FLORES, 2000; KERMANSIAHI, 1998; CARPINTEIRO, 2004; entre outros), vem sendo empregadas na previsão de carga, pois fornecem soluções que apresentam melhores resultados, seja no produto final como na execução da tarefa trazendo economia de tempo e recursos computacionais (ARAUJO, 2005; PASCHOALINO E LOUREIRO, 2007; ANDRADE, 2010; entre outros.)

Dentre estas técnicas, as Redes Neurais Artificiais se destacam, pois apresentam características tais como: capacidade de aprendizado e generalização. São empregadas no reconhecimento de padrões, composição musical, processamento de sinais digitais e imagens, otimização, visão computacional, robótica e previsão de séries temporais (Braga et. al., 1998; HAYKIN, 1994; FAUSETT, 1994).

1.2 Objetivos do Trabalho

Até o presente momento, vários trabalhos foram publicados (ROGER JUNIO CAMPOS, 1998; MARIA LUCIA LOPES, 2005) utilizando metodologias avançadas em modelos de previsão de carga e faturamento, porém em nenhum deles levavam-se em consideração mais de um fator exógeno e a previsão era feita somente para uma classe de consumo.

O objetivo desta dissertação é propor e desenvolver um sistema inteligente de apoio à previsão do consumo de energia elétrica de uma determinada Concessionária de Energia Elétrica. Para isso, o sistema proposto foi denominado como SIPEE (Sistema Inteligente para previsão de energia elétrica), que deve prever a carga e o faturamento 15 meses a frente, auxiliando as concessionárias na compra da energia no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), no seu planejamento energético e da expansão do seu sistema de distribuição, mostrando a influência dos fatores climáticos, econômico-financeiro e temporais na previsão de carga e faturamento de uma Concessionária de Energia Elétrica.

1.3 Descrição do Trabalho

Este trabalho foi realizado em seis etapas: pesquisa bibliográfica, definição e desenvolvimento do modelo para a previsão, aquisição dos dados, pré-processamento das base de dados, divisão da área de concessão da Concessionária em microclimas, avaliação de desempenho e de resultado. Essas etapas são descritas de forma sucinta a seguir:

- *Pesquisa Bibliográfica* – nesta primeira etapa foi realizada uma pesquisa de material bibliográfico ligado aos assuntos do Novo Modelo de Setor Elétrico, influência dos fatores climáticos, temporais e socioeconômicos na previsão do consumo de energia elétrica e a utilização das técnicas de inteligência

computacional, como Redes Neurais Artificiais (RNA), na previsão de séries temporais.

- *Aquisição dos dados* – Os dados de consumo e faturamento foram adquiridos com a Concessionária de Energia, os índices econômicos e financeiros foram extraídos dos sites do BNDES e Banco Central do Brasil e as séries de sensação térmica (dados climáticos) foram adquiridos através da empresa Climatempo.
- *Pré-processamento dos dados* – Para utilização no modelo de previsão, foi aplicada nas bases de dados: limpeza (eliminando outliers), ajuste dos dados (normalização e avaliação de tendência nas séries), seleção de atributos de entrada e sua codificação.
- *Definição e desenvolvimento do modelo para a previsão* – Para determinar a melhor modelagem para o sistema de previsão de consumo de energia elétrica, (com base nos dados climáticos, temporais, socioeconômicos e histórico de consumo) utilizou-se Redes Neurais Artificiais MLP(Multilayer Perceptron) - Multistep.
- *Divisão da área de concessão em microclimas* – Os microclimas foram agrupados através do método K-means.
- *Avaliação do desempenho e resultado* – Nesta etapa foi analisada a acurácia do modelo de previsão.

1.4 Organização da Dissertação

Esta dissertação está dividida em 6(seis) capítulos, contando com este, descritos abaixo:

- Capítulo 2 – Este capítulo apresenta um breve estudo sobre o setor elétrico brasileiro e apresenta uma análise técnica e comercial da Distribuidora estudada neste trabalho, juntamente com fatores exógenos que influenciam o consumo de energia elétrica de sua área de concessão;
- Capítulo 3 – Neste capítulo encontra-se todos os detalhes do Sistema Inteligente utilizado na previsão de energia elétrica a ser contratada pela concessionária (SIPEE).
- Capítulo 4 – Este capítulo apresenta estudo de caso, com os resultados obtidos através da utilização do Sistema Inteligente em (SIPEE). Como a unidade geográfica (área de concessão) foi subdividida em microclimas, os

resultados serão apresentados separadamente para cada microclima e comparados com os valores encontrados para área de concessão como um todo.

- Capítulo 5 – A conclusão do trabalho é feita nesse capítulo, juntamente com a sugestão de trabalhos futuros e melhorias no sistema, Também serão sugeridos trabalhos- que possam ser realizados com o resultado encontrado na previsão do consumo de energia elétrica.