

## Introdução

O ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) está utilizando, a um custo elevado para a previsão de carga no curto prazo do sistema elétrico brasileiro, o software ANNSTLF produzido pelo EPRI – EUA (Electrical Power Research Institute). Contudo, as previsões feitas por este programa estão baseadas numa técnica conhecida por redes neurais. A desvantagem deste método para o usuário é a difícil interpretabilidade de suas estimativas, pois, de certo modo, trata-se de uma caixa preta.

Facilitar a interpretação das informações disponíveis, a partir da aplicação de uma determinada metodologia de previsão, quando possível, é sempre desejável. Esta questão ganha importância no cenário brasileiro em que a maioria das empresas dos diversos setores de atividade econômica, inclusive aquelas pertencentes ao setor elétrico, possuem recursos limitados para realizarem os seus investimentos. Além disso, como é sabido, o Brasil é ainda carente em boa parte dos serviços de infra-estrutura, com destaque neste trabalho por energia elétrica. De acordo com Esteves (2003) [7], 20 milhões das residências brasileiras não usufruem do serviço de eletricidade.

Também deve ser considerado que há bem pouco tempo atrás o país passou por uma grave crise energética que culminou com o racionamento. Para Esteves (2003) [7], tal crise se deveu essencialmente a 3 fatores: geração (a demanda por energia vem crescendo acima da capacidade de oferta), transmissão (o sistema de transmissão de energia do Brasil é ineficiente, uma vez que, as regiões com excedente de produção estão impossibilitadas de transmiti-lo para aquelas com escassez do bem) e consumo (a demanda é superior a oferta do produto).

Diante destas questões, fica evidente que a decisão acertada sobre o quanto, quando e onde investir poderá impedir problemas futuros relacionados ao fornecimento de energia elétrica e a insatisfação dos consumidores, fatores essenciais num mercado cada vez mais competitivo. Obviamente que previsões acuradas e interpretáveis são um instrumento poderoso na tentativa de evitar

desperdícios que representam prejuízos tanto para as concessionárias quanto para toda a sociedade.

Esteves (2003) [7], na literatura de dissertações de mestrados e teses de doutorado do departamento, deu um primeiro passo na tentativa de aprimorar as modelagens univariadas aumentando a precisão das mesmas. Entretanto, a sua pesquisa se restringiu apenas à modelagem Holt-Winters com múltiplos ciclos e unicamente para a distribuidora Escelsa que atende parte do estado do Espírito Santo.

O presente trabalho pesquisou duas das principais técnicas univariadas “*benchmark*”: Holt-Winters e Box & Jenkins. No caso da modelagem por Holt-Winters são averiguados modelos com duplos ciclos: diário e semanal, modelos com crescimento amortecido e com erros estruturados. Pela técnica de Box & Jenkins, a modelagem foi implementada incorporando à estrutura do modelo os ciclos diário e semanal simultaneamente. A intenção é averiguar a capacidade preditiva do modelo 01 passo-à-frente e 24 passos-à-frente.

Neste estudo utilizou-se um banco de dados horários completo, referente ao período de 01 de janeiro 2003 a 31 de dezembro 2003, do consumo de carga elétrica do sudeste brasileiro. Desse total, 7296 observações (01/01/03 – 31/10/03) serviram para a modelagem e as análises *in-sample* e 1464 observações (01/11/03 – 31/12/03) fundamentaram as verificações *out-of-sample*.

Em dados horários sabe-se que o efeito sazonal é amortecido e, portanto, desprezível. Neste caso o que se verifica é uma tendência de redução no consumo de energia nos fins de semana e um aumento da demanda de segunda-feira a sexta-feira, especialmente, a partir das 7 horas da manhã. Nota-se ainda que ocorre uma mudança no comportamento da série a cada 24 horas. Isto evidencia a inexistência do efeito sazonal como argumentado e serve como motivação para investigar a inclusão dos ciclos diário e semanal para modelar a série.

O ONS necessita de boas previsões horárias do consumo energético a fim de liberar uma quantidade suficiente de carga em cada hora do dia evitando que aconteça os desperdícios, a escassez e uma má alocação dos recursos. Neste sentido, o órgão tem contado com o auxílio do ANNSTLF. Além do Brasil, mais de 60 países adotaram este software para realizarem o seu planejamento da oferta de energia.

Segundo o ONS, o programa é uma ferramenta poderosa e atende as necessidades do órgão. Apesar disso, é importante dizer que o software não é perfeito. Como exemplo das fragilidades do ANNSTLF, menciona-se que o mesmo não prevê bem a demanda da região sul havendo a necessidade de retrainar a rede neural para este subsistema. Entretanto, esse retraining implicará em custos e, por conta disso, por hora, o ONS decidiu não realizá-lo e continuar apoiando-se nas estimativas como estão hoje sendo obtidas.

De fato, um dos pontos controversos quanto ao uso do ANNSTLF é que as suas previsões baseiam-se em um único valor de temperatura representativo de todas as temperaturas de um subsistema. Entretanto, há de se considerar que existem discrepâncias entre as temperaturas ocorridas dentro de uma mesma região. Essa é uma das razões que levam a crer que os modelos univariados aperfeiçoados podem talvez gerar previsões melhores e ainda possibilitando avaliar os resultados encontrados.

Salienta-se que em Simpósio acontecido em Sidney, Austrália, em julho de 2004, Taylor & Menezes & Mcsharry (2004) [17], apresentaram um estudo que comparou quatro técnicas para a modelagem da demanda energética horária, entre as quais estava uma rede neural e os modelos Holt-Winters e Box & Jenkins da forma alternativa como aqui estão sendo propostos e enfatiza-se que a modelagem com melhor desempenho foi obtida pela técnica HW.

Tendo em vista que o ANNSTLF fornece as suas previsões com base em uma metodologia por redes neurais, isto desperta o interesse em pesquisar os métodos convencionais adaptados às características e peculiaridades próprias da série de demanda por energia horária e averiguar até que ponto realmente as estimativas desse programa superam as dos modelos univariados e interpretáveis.

A vantagem da estimação por estas duas técnicas tradicionais, Holt-Winters e Box & Jenkins, com relação às previsões feitas pelo ANNSTLF, atualmente em uso no sistema elétrico brasileiro para prever o consumo de carga, é principalmente a interpretabilidade das suas previsões. Neste prisma, o estudo poderá ser um auxílio ao ONS na medida em que oferece uma forma de comparação de dois importantes métodos tradicionais aperfeiçoados com o programa citado. Afinal, como já abordado, o seu uso está associado a um custo financeiro.

Portanto, pelos objetivos mencionados, o trabalho está dividido em quatro partes. No capítulo 2 discute-se os pontos mais relevantes acerca dos aspectos teóricos da modelagem Holt-Winters tradicional e das três formulações alternativas da técnica que estão sendo propostas e já são apresentados alguns detalhes da modelagem empírica dos dados. No capítulo 3, levanta-se os pontos importantes da teoria dos modelos de Box & Jenkins e mostra-se como estender a técnica para incorporar os ciclos diário e semanal detalhando essa modelagem empírica alternativa a partir da série adotada referente a demanda energética do sudeste.

No capítulo 4, o software ANNSTLF é apresentado ressaltando alguns de seus principais detalhes funcionais. Também expõe-se uma síntese dos alicerces de uma rede neural, uma vez que, esta técnica fundamenta as estimativas fornecidas pelo programa usado pelo ONS.

Feito isso, no capítulo 5 averigua-se as previsões obtidas por ambas as técnicas univariadas aperfeiçoadas, Holt-Winters (capítulo 2) e Box & Jenkins (capítulo 3), que têm os seus resultados explicitamente mostrados e, posteriormente, as suas estimativas são contrastadas com aquelas obtidas pelo ANNSTLF.

Estas comparações permitem tirar conclusões acerca dos resultados encontrados possibilitando, na parte final do trabalho, apresentar um sumário de avaliações baseado nas análises das partes precedentes e permitindo apontar algumas considerações finais na conclusão. Em última instância, é colocado um parecer sobre a pertinência de uso do ANNSTLF pelo ONS.