

**MODELO APLICADO À PREVISÃO DA DEMANDA DE ENERGIA
ELÉTRICA DO CAMPUS I DO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS (CEFET-MG).**

Luciane Teixeira Passos Giarola¹

Fátima Oliveira Takenaka²

Rejane Corrêa da Rocha³

1. Introdução

Há um crescente aumento da demanda energética global, consequência do crescimento populacional e do uso intensivo de equipamentos que necessitam de energia elétrica para seu funcionamento.

Para que essa necessidade possa ser atendida são despendidos elevados investimentos em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, utilizando-se fontes energéticas renováveis (água, sol, vento, mar) e não renováveis (nuclear, carvão mineral, petróleo) com impactos ambientais variáveis dentro da realidade de cada país.

No Brasil a maior parcela de energia elétrica produzida é de origem hidrelétrica, energia limpa e renovável, porém com grande custo ambiental associado às grandes áreas inundadas em usinas com barragens. Faz-se necessária a diversificação das fontes de energia em função dos riscos hidrológicos e, nesse caso, a energia solar se apresenta como uma alternativa promissora em centros urbanos inserida na filosofia de energia distribuída como complementar à energia convencional fornecida pela distribuidora.

No caso do Campus I do Cefet-MG foi desenvolvido um estudo (Takenaka, 2010) para implantação de uma planta de geração de energia solar de origem fotovoltaica como complemento à energia elétrica fornecida à instituição pela CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) podendo até mesmo o excedente produzido ser disponibilizado à rede elétrica da concessionária propiciando um alívio de carga no sistema.

1. UFSJ, email: lucianetpassos@gmail.com

2. CEFET – MG, email: takenaka@terra.com.br

3. UFSJ, email: rejcrocha@gmail.com

Para isso foi necessário estudar-se o consumo de energia elétrica da instituição e realizar previsões futuras sobre o seu perfil para possibilitar o dimensionamento adequado do sistema de geração fotovoltaica.

Diante disso, este trabalho teve por objetivo obter um modelo de previsão para o consumo de energia elétrica nas edificações do Campus I do Cefet-MG utilizando técnicas de séries temporais.

2. Material e métodos

A série proposta é a do consumo mensal (Kw/h) de energia elétrica no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Campus I, no período de Janeiro de 1994 à Dezembro de 2009. Como o interesse está em fazer previsões do consumo energético para os próximos anos, as seis últimas observações, referentes ao período de Julho a Dezembro de 2009, foram reservadas para serem comparadas com as previsões.

Geralmente, toda série temporal pode ser escrita como $Y_t = T_t + S_t + e_t$, em que a tendência (T_t) pode ser entendida como um aumento ou uma diminuição gradual dos dados observados ao longo do tempo, a sazonalidade (S_t) mostra as flutuações ocorridas em períodos de no máximo 12 meses e a componente aleatória (e_t) representa as oscilações aleatórias irregulares. A suposição usual é que e_t seja uma série puramente aleatória ou um ruído branco com média zero e variância constante.

Inicialmente, verificou-se, através do gráfico de dispersão, a necessidade de transformação dos dados. A seguir, analisou-se a presença de sazonalidade através do Periodograma e do Teste de Fisher. Também verificou-se a presença de tendência pela aplicação do teste do sinal de Cox-Stuart. Esses testes são descritos em Morettin e Toloí (2004).

A seguir, no ajuste da série do consumo mensal (Kw/h) de energia elétrica no CEFET - MG foi utilizado o modelo de Box e Jenkins, SARIMA (sazonal autorregressivo integrado e de médias móveis) com intervenção. Segundo Morettin e Toloí (2004), a intervenção constitui em uma mudança de nível ou inclinação ocorrida com os dados num determinado instante do tempo, podendo ter efeito temporário ou permanente. Esses fenômenos são estimados

pelo modelo $Y_t = \sum_{i=1}^k v_i(B)x_{i,t} + n$, em que Y_t é o valor observado da série no

tempo t , k é o número de intervenções da série, $v_i(B)$ é o valor da função de transferência, $x_{i,t}$ é a variável binária e n_t é um ruído branco representado pelo modelo SARIMA.

Como critério de escolha do modelo que melhor se ajusta aos dados foi utilizado o Erro Quadrático Médio de Previsão (EQMP), em virtude do interesse do estudo estar nas previsões. Para finalizar, calculou-se o erro de previsão médio absoluto (MAPE).

3. Resultados e discussões

Pela análise visual do gráfico da série original do consumo mensal (Kw/h) de energia elétrica no CEFET – MG (Figura 1), observou-se que a série não é estacionária e que apresenta uma possível intervenção no período correspondente a Abril de 2001. Neste ano de 2001 ocorreu o racionamento de energia elétrica no país, devido à falta de chuvas e o consequente baixo nível de água nos reservatórios, o que contribuiu para a redução do consumo de energia elétrica na Instituição. Em seguida, houve um processo de conscientização dos usuários juntamente com a implantação, substituição e manutenção de sistemas eficientes de força e iluminação.

O diagrama de dispersão não indicou necessidade de transformação dos dados. Fato este confirmado pelo gráfico da função de autocorrelação.

Por meio da análise do Periodograma da série original e do teste de Fisher, verificou-se que a série possui uma sazonalidade determinística de 6 meses. Para retirá-la foi feita uma diferença de período 6. O teste do sinal de Cox-Stuart aplicado à série diferenciada não indicou presença de tendência.

Nos gráficos das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial (Figuras 2 e 3 respectivamente), observou-se correlação significativa em *lags* múltiplos de seis, indicando a presença de sazonalidade estocástica e sugerindo ajuste de modelos da classe SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)₆.

Dentre os modelos ajustados o que melhor representou os dados foi o SARIMA(1,0,1)(3,1,0)₆ com Intervenção Abrupta Temporária em Abril de 2001, pois foi o modelo que apresentou menor Erro Quadrático Médio de Previsão (EQMP). Para este modelo, o Erro Percentual Médio Absoluto (MAPE) foi de 0,075, ou seja, aproximadamente 7%, indicando que o modelo

escolhido apresenta um bom desempenho. As estimativas do modelo e seus respectivos erros-padrão são apresentados na Tabela 1.

Como o interesse está nas previsões, foi construído o gráfico dos valores preditos para os meses de Julho de 2009 a Dezembro de 2010 (Figura 4).

Tabela 1: Estimativas e os respectivos erros-padrão para o modelo SARIMA(1,0,1)(3,1,0)₆ com intervenção em Abril de 2001.

Parâmetro	Estimativas	Erro padrão
Φ_1	0,8501	0,6688
θ_1	0,4429	0,11047
Θ_1	-0,8030	0,7706
Θ_2	-0,4620	0,9291
Θ_3	-0,3139	0,7476
Ω_1	25822	11075
Δ_1	0,5541	0,16439

4. Conclusões

Os modelos de séries temporais foram úteis para descrever o consumo de energia elétrica no CEFET-MG, sendo o modelo SARIMA(0,1,1)(1,0,0)₁₂ com intervenção em Abril de 2001 o que melhor representou este consumo. Houve uma redução no consumo de energia a partir de Abril de 2001, reflexo do racionamento de energia no país e da conscientização dos usuários juntamente com a implantação, substituição e manutenção de sistemas eficientes de força e iluminação no CEFET-MG.

As previsões encontradas foram bastante satisfatórias e úteis para avaliar por quanto tempo a produção energética será capaz de suprir o crescente consumo do CEFET-MG e para avaliar o potencial de geração e a viabilidade de

implantação de um sistema de geração solar fotovoltaico na referida instituição, o que foi feito por Takenaka (2010).

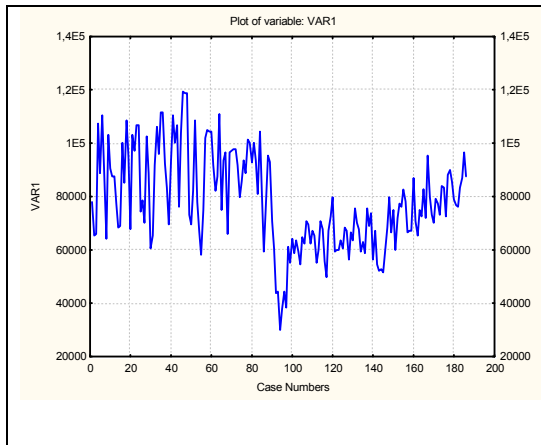


Figura 1: Gráfico da série original do consumo mensal (Kw/h) de energia elétrica no CEFET – MG.

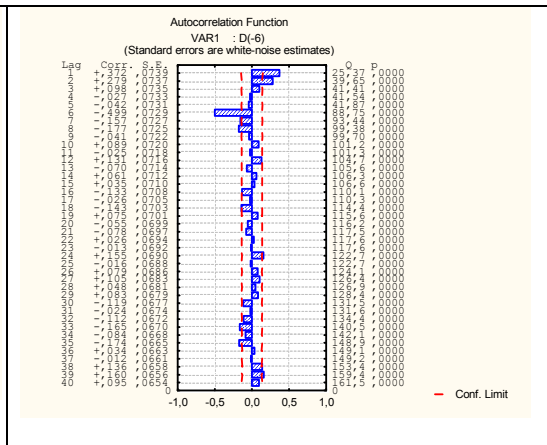


Figura 2: Gráfico da função de autocorrelação (fac).

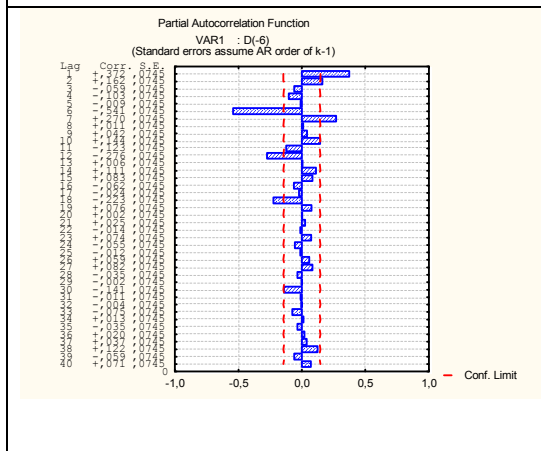


Figura 3: Gráfico da função de autocorrelação parcial (facp).

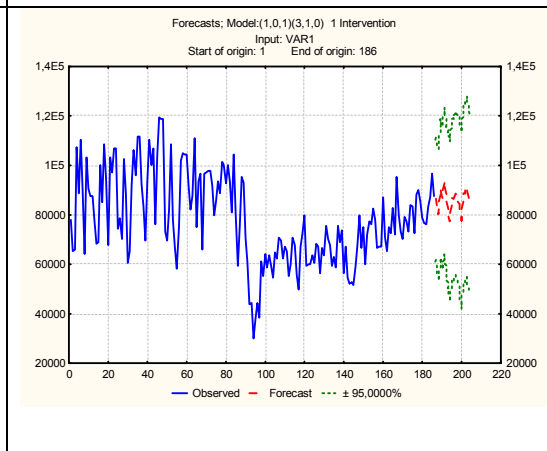


Figura 4: Gráfico da série de Janeiro de 1994 até Junho de 2009 e das previsões de Julho de 2009 até Dezembro de 2010.

Referências

[1] MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo, Blucher, 2004, 534p.

[2] TAKENAKA, F. O. **Avaliação do potencial de geração de energia solar fotovoltaica na cobertura das edificações do Campus I CEFET – MG, interligado à rede elétrica**. 2009. 118P. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.