

Determinação da tendência e Sazonalidade em série temporal de consumo de energia elétrica (MWh) utilizando análise de variância

Letícia Lima Milani¹

Gislene Araújo Pereira¹

Thelma Sáfyadi^{1 2}

1 Introdução

O consumo de energia tem um papel fundamental na produção dos mais diferentes setores da economia. Seja em pequena quantidade, como no funcionamento de computadores em um pequeno escritório, ou em larga escala, como no funcionamento de máquinas para a transformação de matéria-prima em produtos acabados em uma indústria, a energia elétrica é essencial. Ela é também um dos principais indicadores do nível de qualidade de vida e do desenvolvimento econômico de uma sociedade. Reflete tanto o ritmo de atividade dos setores comercial, industrial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados (ANEEL, 2008). Desta forma, empresas privada e governo, que promovem a geração e a distribuição de energia, precisam saber o comportamento dessa demanda para poderem gerenciar melhor a geração e distribuição de energia. Sendo um dos principais indicadores do nível de qualidade de vida e do desenvolvimento econômico de uma sociedade.

Segundo EPE (2013), nos últimos anos, o consumo de energia elétrica no Brasil cresceu em média 3,4% ao ano. Em 2008, eram mais de 187 milhões de consumidores, que utilizaram 388.472.000 KWh de energia. Neste mesmo ano, o consumo per capita de energia elétrica no Brasil chegou a 2.072 KWh/hab. E em 2012, com mais de 194 milhões de consumidores, o consumo per capita chega a 2.302 KWh/hab. Como grande parte das indústrias eletrointensivas se encontram na região sudeste, ela representa a região com maior consumo per capita de energia elétrica, chegando a 2.653 KWh/hab e a 2.873 KWh/hab em 2012. Em seguida, para o ano de 2012, vieram as outras regiões: Sul (2.783 KWh/hab), Centro-oeste (2.121 KWh/hab), Norte (1.778 KWh/hab) e Nordeste (1.397 KWh/hab).

Este trabalho teve por objetivo investigar as variações do consumo de energia elétrica na região Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo), onde medidas de posição e dispersão foram usadas e, verificar a presença de sazonalidade e tendência na série de consumo de energia elétrica por meio da análise de variância do delineamento de blocos

¹DEX - UFPA. e-mail: rodrigues.milani.l@gmail.com

²Agradecimento à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

casualizados, considerando como causas de variação os meses e anos o que será comprovado pelo teste de Cox-Stuart (Sinal) e teste de Fisher.

Segundo Morettin e Tolo (2006), ao tratar de séries temporais temos que essa é uma sequência de variáveis observadas de maneira ordenada no tempo, ou seja, são observações coletadas em intervalos regulares durante um período.

A avaliação de um determinado processo no tempo pode ser uma ferramenta útil para tentarmos entender o fenômeno e seu comportamento no decorrer do tempo. De uma forma geral, as séries temporais podem ser composta por quatro padrões que irão definir os movimentos dessas séries, tais como tendência, variações cíclicas, variações sazonais e variações irregulares.

A tendência da série, está relacionada com a direção geral o qual o gráfico da série se desenvolve, em um longo intervalo de tempo.

As variações sazonais, são cíclicas, observadas em prazos curtos (por exemplo, um ano ou menos). Sendo o reflexo de padrões idênticos (ou quase), que uma série temporal parece desempenhar durante, por exemplo, os meses de anos sucessivos.

O movimentos irregulares são os deslocamentos esporádicos, causados por eventos casuais.

Uma série temporal pode apresentar, ao mesmo tempo, mais de uma componente.

Segundo Banzatto e Kronka (2006) a ANOVA consiste na decomposição do número de graus de liberdade (G.L.) e da variância total de um material heterogêneo em partes atribuídas a causas conhecidas e independentes (fatores controlados), e a uma porção residual de origem desconhecida e de natureza aleatória (fatores não controlados).

2 Material e Método

Os dados utilizados no trabalho foram obtidos no site EPE (Empresa de Pesquisa Energética), sendo composto por valores do consumo de energia elétrica na rede (MWH), ao longo dos 12 meses do ano de 2004 a 2013, da região Sudeste, que consta dos seguintes estados: Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

Desta forma, primeiramente foi realizado um estudo descritivo das séries (medidas de posição e dispersão). A análise de variância foi usada, considerando um delineamento em blocos casualizados, sendo que os anos foram considerados como blocos e os meses como tratamento, para verificar a existência de sazonalidade e tendência. O teste de Sinal e Fisher foram aplicados para comparar com os resultados da análise de variância.

3 Resultados e Discussões

A análise descritiva (medidas de posição e dispersão) está apresentada na Tabela 1, onde verifica-se que a média dos anos oscila entre 15.080,80Mwh e 20.004,86MWh. O maior desvio padrão foi no ano de 2009 (727,03MGh). Em geral, observa-se que a média dos meses ao longo

dos anos é crescente, o que indica um comportamento crescente.

Tabela 1-Algumas estatísticas descritivas para o consumo de energia elétrica (MGh) para os anos de 2004 a 2013

Medidas	Ano									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
e Média	15080,80	15723,39	16260,94	17232,10	17495,31	17046,25	18500,39	19222,37	19603,10	20004,86
Mediana	14964,86	15659,44	16312,64	17289,54	17372,96	16979,55	18589,27	19273,47	19447,73	19975,26
Desvio Padrão	410,06	382,12	324,26	472,39	480,36	727,03	470,89	296,07	547,38	348,08
Mínimo	14541,73	15017,25	15695,62	16589,54	16659,85	16124,35	17684,14	18731,63	18760,68	19370,64
Máximo	15652,25	16243,51	16722,62	17983,27	18231,99	18201,96	19306,26	19753,62	20483,54	20696,51

A análise gráfica da série é apresentada na Figura 1, onde observa uma tendência crescente que pode ser explicada pelo crescimento da economia e da população. Visualmente, a série apresenta um comportamento sazonal. Por meio da análise de variância será verificado a presença das componentes tendência e sazonalidade.

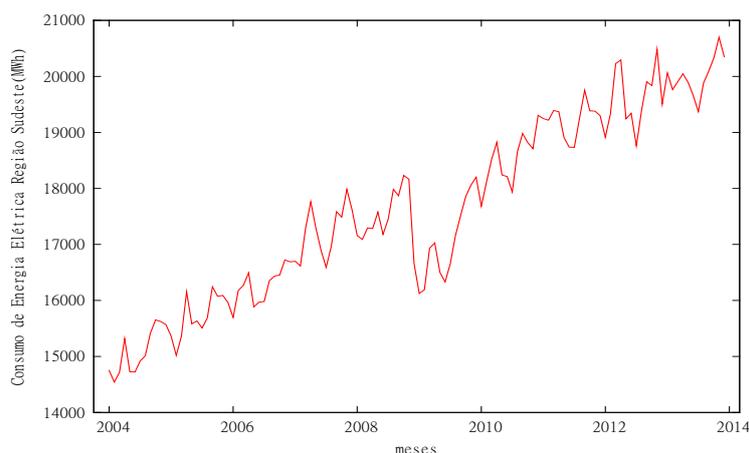


Figura 1: Gráfico da Série do consumo mensal de energia elétrica (MGh) no período de 2004 a 2013.

A análise de variância para a série de consumo de energia elétrica (MWh) na região sudeste é apresentada na tabela 2, mostrando que o efeito dos anos (tendência) e dos meses (sazonalidade), foram significativos a 1%.

Tabela 2 - Análise de Variância para o consumo de energia elétrica (MGh) no período de 2004 a 2013

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F	p-valor
Anos (tendência)	9	304197161	33799685	392,346	< 2,2e-16
Meses (Sazonalidade)	11	14923138	1356649	15,748	< 2,2e-16
Erro	99	8528626	86148		
Total	119	327648925			

Assim, o resultado obtido com a análise de variância, apresentada na Tabela 2, coincide com o resultado da análise gráfica, apresentada na Figura 1, ou seja, a série apresenta tendência e sazonalidade.

Para se confirmar a existência das componentes tendência e sazonalidade, o teste de Cox-Stuart e o teste de Fisher foi aplicado. Os testes apenas confirmaram o comportamento da série sugerido pelos gráficos e pela análise de variância: presença de tendência e sazonalidade.

4 Conclusão

A energia elétrica é um bem indispensável e de extrema importância para a sociedade. Além disso, as empresas privadas e o governo, que são responsáveis pela geração e distribuição, necessitam saber o comportamento dessa demanda para que seja possível melhorar a geração e distribuição. Desta forma, foi feita uma análise descritiva da série do consumo de energia elétrica da região sudeste no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2014, onde a média ao longo dos anos apresentou um comportamento crescente. A análise gráfica indicou uma possível presença de sazonalidade e tendência, o que foi confirmado por meio da análise de variância utilizando o delineamento em bloco casualizados, onde os anos foram considerados como blocos e os meses como tratamento. O mesmo aconteceu utilizando os testes de Cox-Stuart e de Fisher. O que indica que a análise de variância pode ser um bom método para detectar a presença de sazonalidade e tendência.

Referências

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ªed. Brasília: 2008. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689. Acesso em: 12 dez. de 2013.
- [2] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2013**. Rio de Janeiro: 2013. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>. Acesso em: 10 fev. de 2014.
- [3] MORETTIN, P. A., TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**, 2.ed., São Paulo: Egard Blucher, 2006.

- [4] BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Arapongas: Editora Midas Ltda. 2003. 194 p.
- [5] BANZATTO, A. D., KRONKA, S. do N., D. **Experimentação Agrícola**. Funep: Jaboticabal. 2006. 249 p.