

Modelagem matemática que descreve o comportamento da demanda de energia elétrica de uma cooperativa de eletrificação da cidade de Santa Rosa

Mathematical modeling that describes the behavior of the electricity demand of an electrification cooperative in the city of Santa Rosa

DOI:10.34117/bjdv6n12-214

Recebimento dos originais:10/11/2020

Aceitação para publicação:10/12/2020

Gilberto Carlos Thomas

Doutor em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS - 2003

Instituição: Instituto Federal Farroupilha – Campus Santa Rosa

Endereço: Av. Cel. Bráulio de Oliveira, 1400 - Bairro Central - CEP: 98787-740 Santa Rosa/RS

E-mail: gilberto.thomas@iffarroupilha.edu.br

Fernando Feiten Pinto

Licenciando em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha

Instituição: Instituto Federal Farroupilha – Campus Santa Rosa

Endereço: Av. Cel. Bráulio de Oliveira, 1400 - Bairro Central - CEP: 98787-740 Santa Rosa/RS

E-mail: fernando.fei7en@gmail.com

Kaliandra Pacheco de Lima

Licencianda em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha

Instituição: Instituto Federal Farroupilha – Campus Santa Rosa

Endereço: Av. Cel. Bráulio de Oliveira, 1400 - Bairro Central - CEP: 98787-740 Santa Rosa/RS

E-mail: kaliandrapachecodelima@gmail.com

RESUMO

Neste artigo foi desenvolvido um modelo matemático usando o método de Malthus, aplicado na análise do comportamento da demanda e do consumo da energia elétrica residencial no município de Santa Rosa/RS, os dados foram fornecidos pela Cooperativa de Eletrificação COOPERLUZ, foi feita a análise dos períodos de consumo elétrico, considerando as estações do ano, e sua taxa de crescimento com base no seu histórico de consumo. Foi aplicado a metodologia de pesquisa de modelagem matemática, mais especificamente o Modelo de Malthus, que auxiliou na determinação da função através dos dados com uma margem de erro baixa, comprovada com a correlação de Pearson. Apresenta-se alguns destes resultados e sua análise. Essa determinação permite analisar o comportamento de consumo de forma que poderá auxiliar as empresas geradoras de energia futuramente nas decisões necessárias para o melhoramento de seu atendimento.

Palavras-chave: Comportamento da demanda e do consumo, Modelo Matemático, Modelo de Malthus.

ABSTRACT

In this project a mathematical model was developed using the Malthus method, applying to the analysis of demand behavior and residential electricity consumption in the municipality of Santa Rosa / RS, the data was provided by Cooperativa de Eletrificação COOPERLUZ, analysis of periods of electrical

consumption was made, considering the seasons of the year, and your growth rate based on your historical consumption. The mathematical modeling research methodology was applied, more specifically the Malthus Model, which helped in determining the function through the data with a low margin of error, proven with Pearson's correlation. Some of these results are presented and their analysis. This determination allows us to analyze the consumption behavior in a way that will be able to assist the energy generating companies in the future in the necessary decisions to improve their service.

Keywords: Demand and consumption behavior, Mathematical Model, Malthus model.

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, cerca de 85% dos pontos de consumo de energia elétrica são compostos por unidades consumidoras residenciais, apesar da indústria ser a maior responsável pelo consumo, com quase 40% da energia elétrica do Brasil. (RIBEIRO, 2019). O estabelecimento de um modelo matemático do consumo de demanda da energia elétrica dos consumidores residenciais é importante para que o fornecedor tenha como base de quanto precisará produzir para atendê-la.

Assim, a pesquisa teve o intuito de modelar e entender as variações e tendências do consumo elétrico por estações durante os anos de 2004 à 2018, período que foram disponibilizados dados da Cooperativa de Eletrificação COOPERLUZ de Santa Rosa – RS. Esses dados foram usados para a modelagem matemática como análise do consumo elétrico na cidade de Santa Rosa. A partir destes resultados poderão ser feitas projeções de cenários futuros com uso dos modelos desenvolvidos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados fornecidos pela cooperativa dizem respeito a fatura de kWh consumida e o número de clientes que foram atendidos. Dessa forma, construímos médias trimestrais dos dados, para analisá-los conforme as estações do ano: verão (Janeiro, Fevereiro, Março), outono (Abril, Maio, Junho), inverno (Julho, Agosto, Setembro) e primavera (Outubro, Novembro, Dezembro).

Para cada estação foi elaborado a aplicação do Modelo de Malthus (EISERMANN, 2000), Modelo Matemático de dinâmica Populacional, com a tentativa de representar, através de expressões matemáticas, fenômenos que o homem necessita compreender para poder interferir positivamente em seu processo. No Brasil, Rodney Carlos Bassanezi é um dos principais pesquisadores da área, e define-a como:

[...] um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em

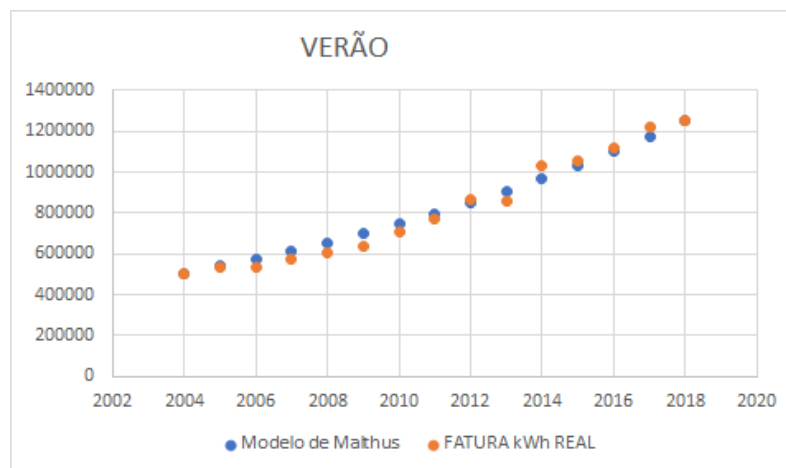
problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual (BASSANEZI, 2004, p. 24).

Dessa forma, funções utilizando o Modelo de Malthus foram elaboradas. Referentes às faturas de kWh em cada uma das estações ao longo de 14 anos e que relacionam a demanda de consumidores com o consumo determinado com base nos dados fornecidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Assim que tabulados os dados por médias entre cada estação do ano realizou-se a elaboração dos modelos, aplicando o método de Malthus. O gráfico I descreve uma função que simula o comportamento na estação de verão do crescimento de consumo elétrico ao longo dos últimos anos.

Gráfico I: Função que simula o comportamento na estação de verão do crescimento de consumo elétrico ao longo dos anos de 2004 até 2018.



Fonte: Dados do projeto

As mudanças de temperaturas que têm ocorrido no planeta nos últimos anos são um fator que tem influência em diversos pontos do ecossistema terrestre. Da interferência nas cadeias alimentares até a geração de energia, tudo tem sido afetado por ela. No gráfico I, na estação do verão dos últimos anos também houve aumento do consumo elétrico, até mesmo por maior utilização de sistemas de climatização pela população.

Em seguida, elaborou-se outras duas modelagens sobre o crescimento do número de consumidores com o Modelo de Malthus que se relacionassem com a fatura elétrica kWh. Ambas funções serão analisadas na estação de inverno, sendo referidas como Modelo A e Modelo B.

No Modelo A, para calcular coeficiente k do Modelo de Malthus para cada estação foi utilizado de tempo inicial sendo zero ($t=0$), relativo ao número de consumidores de 2004, e tempo final 14 ($t=14$),

dados finais de consumidores do ano de 2018. Dessa forma, para a estação de inverno desenvolvendo o cálculo, usando tempo final (t=14), valor inicial P0 de 2106 e final P(t) de 3952, tem-se o coeficiente $k = 0,044959383$.

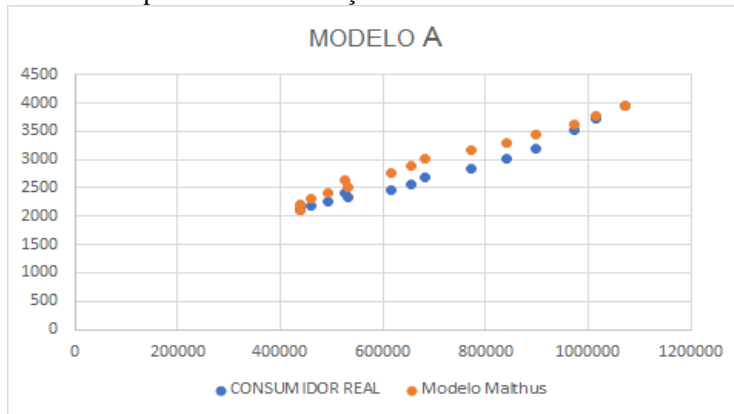
$$P(t) = P0 * e^{k*t}$$

$$3952 = 2106 * e^{14k}$$

$$k = 0,044959383$$

Assim, o gráfico II descreve o comportamento da função encontrada acima junto com os valores reais de consumidores, relacionando-os com a fatura kWh.

Gráfico II: Função que simula o comportamento na estação de inverno do crescimento de consumidores do Modelo A.



Fonte: Dados do projeto

Já no Modelo B, não se utilizou da variável tempo (t) como no modelo anterior, pois o (t) foi a variação de crescimento de um ano para o outro. Portanto, para encontrar o coeficiente k do Modelo de Malthus para cada estação, usou-se variação 0 (t=0) para o tempo inicial e a diferença entre o número de consumidores final e inicial para tempo final. Ou seja, na estação de inverno tendo o valor inicial de 2106 e final de 3952, mas agora utilizando a variação final (t=1846), encontrou-se o coeficiente $k = 0,0003409704042$.

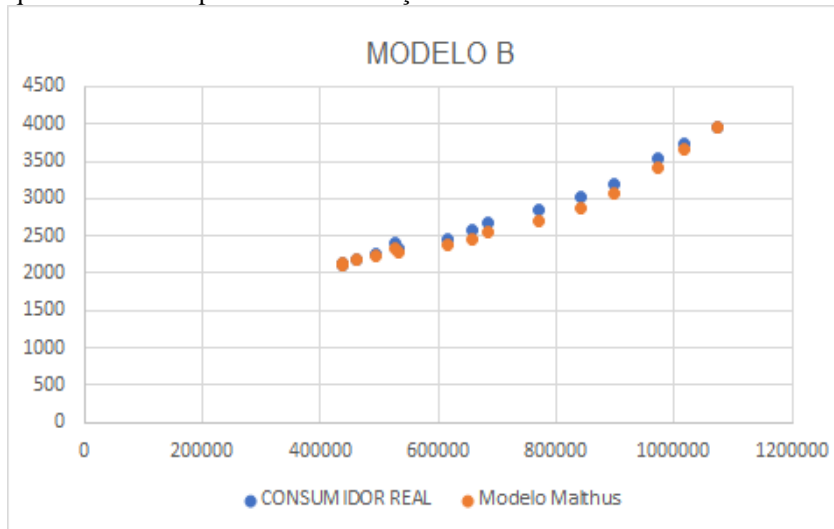
$$P(t) = P0 * e^{k*t}$$

$$3952 = 2106 * e^{1846k}$$

$$k = 0,0003409704042$$

Podendo ser descrito o comportamento dessa função no gráfico III.

Gráfico III: Função que simula o comportamento na estação de inverno do crescimento de consumidores do Modelo B.



Fonte: Dados do projeto

Com intuito de verificar o grau de relação entre as variáveis reais e as encontradas pelo Modelo de Malthus utilizou-se do cálculo do coeficiente de Pearson (Stanton, 2001) na tabela abaixo, o qual exprime valores entre -1 a 1. Quando o coeficiente de correlação está próximo de zero indica que não existe relação entre as variáveis analisadas, mas quando se aproxima dos extremos, -1 e 1, mais forte é a relação. Portanto, através desses indicadores presume-se que os valores encontrados com a utilização do Modelo de Malthus são muito próximos dos dados reais fornecidos pela Cooperativa de Eletrificação COOPERLUZ. Sendo possível, a utilização desse modelo para prever situações futuras.

Tabela I: Correlação de Pearson aos Modelos de Malthus

Modelo de Malthus	Modelo A	Modelo B
Correlação de Pearson	0,979325538	0,996510127

Fonte: Dados do projeto

4 CONCLUSÕES

Com a interpretação dos dados de consumo elétrico fornecidos pela empresa de energia COOPERLUZ pode-se analisar que o período de maior consumo de energia elétrica é durante o verão, principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março. Após este período a demanda tem uma queda nos meses seguinte, voltando a crescer a partir de novembro, mas com acentuação em janeiro. Este fato ocorre pela estação do ano ser um período muito quente, nos quais os consumidores utilizam diariamente o ar condicionado e outros eletrodomésticos. Ao comparar os valores gerados pela função

do Modelo de Malthus com os valores reais é possível visualizar tanto através dos gráficos, como também pelo indicador de Correlação de Pearson um baixo índice de erro entre elas. Portanto, entende-se que o modelo descreveu bem o comportamento dos dados analisados.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. São Paulo: Contexto, 2004.

COOPERLUZ, Cooperativa de Geração de Energia e Desenvolvimento. Quem Somos. Disponível em: <http://www.cooperluz.com.br/quem-somos>> Acesso em 20 julh. 2019.

EISERMANN, Jonatan Ismael, THOMAS, Gilberto Carlos, Equações Diferenciais Aplicadas à Dinâmica Populacional do Município de Santa Rosa/RS, *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 44612-44616, jul. 2020. ISSN 2525-8761

RIBEIRO, A. Distribuição de Energia Elétrica no Brasil. Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-energia-eletrica-no-brasil.htm>>. Acesso em 30 de janeiro de 2019.

STANTON, Jeffrey M. (2001), Galton, Pearson, and the peas: A brief history of linear regression for statistics instructors. *Journal of Statistical Education*, 9,3. Disponível em: <<http://www.amstat.org/publications/JSE/v9n3/stanton.html>>