XI-1355 - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO: AVALIAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E OTIMIZAÇÃO DE DEMANDA CONTRATADA

Marcelly Januário da Mata[(1)]
Engenheira de Produção pelo Instituto Federal do Espírito Santo – *campus* Cariacica.

Danieli Soares de Oliveira[(1,2)]
Engenheira Civil, Mestra e Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professora do Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes *campus* Cariacica.

Clainer Bravin Donadel[(2)]
Engenheiro Eletricista, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professor do Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes *campus* Vitória.

Endereço[(1)]**:** Rod. Gov. José Henrique Sette, 184 - Itacibá - Cariacica - ES - CEP: 29.150-410 - Brasil - Tel: (27) 3246-1600- e-mail: marcelly20janu@gmail.com

Endereço[(2)]**:** Av. Vitória, 1729 - Jucutuquara - Vitória - ES - CEP: 29.040-780 - Brasil - Tel: (27) 3331-2110.

RESUMO

Historicamente, a energia elétrica se tornou indispensável para sociedade, devido à utilização maciça de equipamentos elétricos. No entanto, uma das consequências disso são os impactos ambientais que favorecem o efeito estufa, tendo como resultado o aquecimento global e mudanças climáticas. Neste contexto, ações de eficiência energética são de grande importância, pois são formas de trazer ganhos econômicos, sociais e ambientais através da conservação de energia, redução das emissões dos gases de efeito estufa e outros. Por esta razão, um dos *campi* da instituição dos proponentes foi selecionado para a avaliação de seu consumo energético, propondo-se também a otimização da demanda contratada junto à distribuidora de energia elétrica local. Os valores de demanda contratada foram otimizados por meio da ferramenta Microsoft Excel®, considerando-se 2 cenários tarifários: modalidade tarifária horária verde e modalidade tarifária horária azul. Foi considerado ainda o custo anual total com a contratação da demanda para cada caso, selecionando-se o de menor valor. A modalidade tarifária horária verde apresentou melhores resultados, dado o perfil de consumo de energia elétrica da instituição. Analisando os resultados da modalidade tarifária horária verde, nota-se ainda que o valor de demanda otimizado é inferior ao atualmente contratado, mostrando que há espaço para se reavaliar a adequação do atual contrato.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo Energético, Eficiência Energética, Impactos Ambientais, Otimização de Demanda Contratada.

INTRODUÇÃO

O consumo de energia passou por uma grande evolução desde os primórdios em que o homem possuía domínio do fogo e utilizava o calor para atender algumas de suas necessidades. Ao longo do tempo aperfeiçoou-se a utilização da energia mecânica, em particular a energia proveniente das águas e do vento. No século XX foram descobertas outras fontes de energia, como a energia nuclear, assim como a conversão de energia solar diretamente em energia elétrica e a utilização do hidrogênio como fonte de energia (TESSMER, 2002).

Historicamente, a energia elétrica se tornou indispensável para sociedade, devido à utilização maciça de equipamentos elétricos. Além disso, o crescimento da população faz com que aumentasse a utilização de aparatos tecnológicos e a demanda de energia. No entanto, uma das consequências disso são os impactos ambientais que favorecem o efeito estufa, tendo como resultado o aquecimento global e mudanças climáticas (SILVA, 2015).

Neste contexto, a eficiência energética é de grande importância, pois é uma forma de trazer ganhos econômicos, sociais e ambientais através da conservação de energia, redução das emissões dos gases de efeito estufa e outros (SILVA; FONSECA; SILVA, 2018). Assim, as ações de eficiência energética tornaram-se crescentes nos últimos anos em indústrias e organizações de diversos setores, inclusive o setor público.

Aprofundando-se no setor público, são muitas as pesquisas relacionadas a esse tema que demonstram a obtenção de ganhos ambientais, sociais e econômicos fomentados por ações de eficiência energética.

A instituição dos proponentes é referência em educação na sociedade local. Especificamente, o campus avaliado oferece cursos em diversas áreas e níveis, desde o ensino médio e técnico até o mestrado, possuindo cerca de 1200 discentes e 90 docentes. Além disso, possui muitos projetos sociais, tais como cursos preparatórios e Projeto Portas Abertas, dentre outros, o que causa um aumento no consumo de energia, visto que aumenta a quantia de pessoas e o tempo de uso dos equipamentos elétricos.

Por esta razão, um dos campi da instituição dos proponentes foi selecionado para a avaliação de seu consumo energético, propondo-se também a otimização da demanda contratada junto à distribuidora de energia elétrica local.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo analisar os dados de consumo de energia elétrica de uma instituição pública de ensino básico, técnico e tecnológico, visando propor a otimização da demanda contratada junto à distribuidora de energia elétrica local.

METODOLOGIA UTILIZADA

Em relação à abordagem, essa pesquisa é classificada como quantitativa. Quanto à natureza da pesquisa, é identificada como uma pesquisa aplicada, uma vez que tem a finalidade de gerar conhecimentos para aplicação prática, voltados à solução de problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). É classificada como pesquisa exploratória, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, visando tornar mais conhecido e realizar análises (GIL et al., 2002). Por fim, quanto aos procedimentos, classifica-se como estudo de caso.

De acordo com a Resolução Normativa ANEEL Nº 1.000/2021 (ANEEL, 2021), as modalidades tarifárias são um conjunto de tarifas aplicáveis ao consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa. Essas tarifas são definidas de acordo com o grupo tarifário, segundo as opções de contratação definidas na resolução.

Atualmente, as unidades consumidoras de energia elétrica são divididas em 2 grupos:
• Grupo A: grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão maior ou igual a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão menor que 2,3 kV.
• Grupo B: grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão menor que 2,3 kV.
O campus analisado neste trabalho está classificado como pertencente ao grupo A.
Neste sentido, as modalidades tarifárias com possível aplicação são:
• Modalidade tarifária horária verde: caracterizada por (I) uma tarifa para a demanda, sem segmentação horária; (II) uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário ponta; e (III) - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário fora de ponta.
• Modalidade tarifária horária azul: caracterizada por (I) uma tarifa para a demanda para o posto tarifário ponta; (II) uma tarifa para a demanda para o posto tarifário fora de ponta; (III) uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário ponta; e (IV) - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário fora de ponta.

Cabe ao consumidor a escolha pela modalidade tarifária que melhor o atenda. Neste contexto, os valores de demanda contratada foram otimizados (por meio da ferramenta Microsoft Excel®), considerando-se 2 cenários: modalidade tarifária horária verde e modalidade tarifária horária azul. Foi considerado ainda o custo anual total com a contratação da demanda para cada caso, selecionando-se o de menor valor.

RESULTADOS OBTIDOS

A Figura 1 apresenta gráfico com os dados de consumo mensal do *campus* analisado no período de 12 meses, em que o consumo total foi igual a 613.308 kWh.

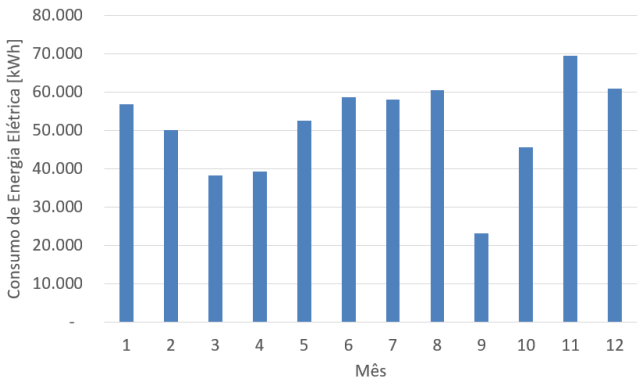

Figura 1 - Consumo de energia mensal do campus analisado no período de 12 meses.
Fonte: Elaborado pelos autores

Verifica-se na Figura 1 que há uma tendência de crescimento no consumo de energia elétrica nos 8 primeiros meses. Em seguida, nota-se uma queda significativa do consumo no mês 9, estando associado a um dos períodos de férias na instituição. Além disso, os meses 3 e 4 também apresentam valores de consumo menores se comparados aos outros, pois nesses meses está contido o período de férias, não possuindo atividades letivas.

O nível de consumo mais alto encontra-se no mês 11, próximo a 70.000 kWh. Esse resultado indica que o consumo de energia está relacionado às estações do ano, visto que neste período a estação predominante é verão, tendo por consequência o aumento da utilização dos aparelhos de ar-condicionado. Possivelmente houve um acréscimo na demanda de utilização de bebedouros neste período, devido ao clima e a maior tendência de consumo de água.

A Figura 2 apresenta as médias históricas de temperatura, calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos observados na região de localização do *campus* analisado (CLIMATOLOGIA, 2021), visando relacionar clima e consumo de energia elétrica.

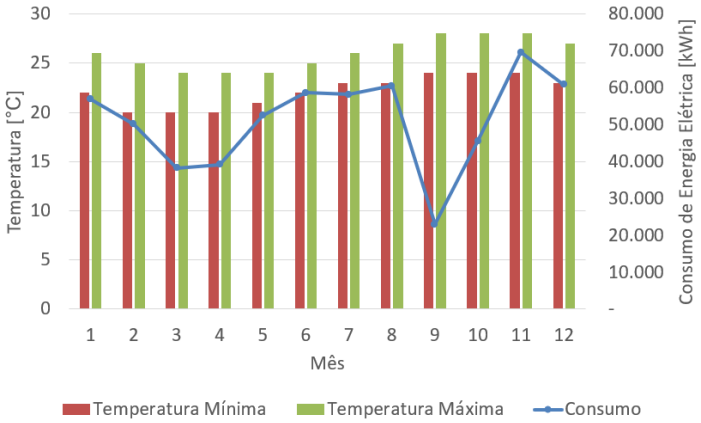

Figura 2 - Temperaturas mínimas e máximas médias versus consumo de energia elétrica.
Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 2 é observada uma queda no consumo de energia elétrica nos meses 3 e 4, contemplando a estação de outono, que é caracterizada por clima chuvoso e seco, o que por consequência diminui a utilização dos aparelhos de ar-condicionado. Ressalva-se que o gráfico apresentado na Figura 2 não segue a tendência no período de recesso escolar. Diante disso, é possível verificar que o consumo de energia elétrica do *campus* possui uma relação com as estações do ano e com a quantidade de usuários em rotatividade no ambiente.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise de demanda visa verificar se a demanda contratada está corretamente dimensionada para a unidade consumidora. O campus possui atualmente uma demanda contratada de 300 kW na modalidade tarifária horária verde. A Figura 3 apresenta o gráfico com os dados de demanda ponta e fora de ponta apurados no período analisado.

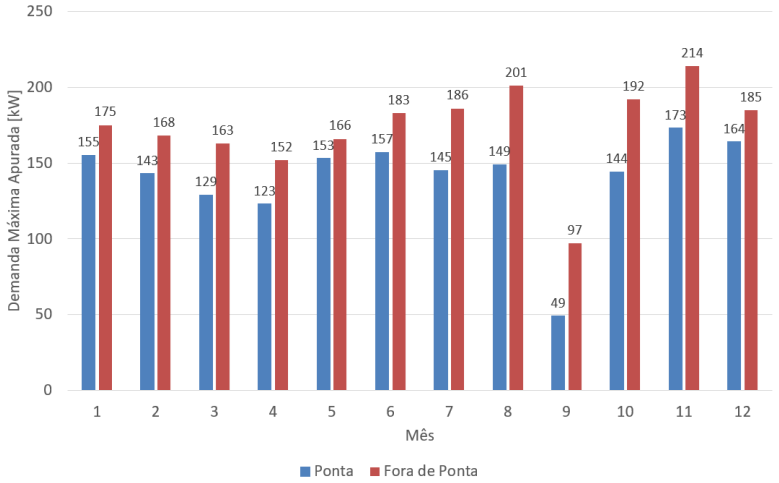

Figura 3 - Demanda ponta e fora de ponta apurados no período analisado.
Fonte: Elaborado pelos autores

O valor de demanda contratada ótima é aquele que minimiza os custos anuais com tarifas de demanda. Neste sentido, foram determinados os valores ótimos de demanda contratada para cada cenário avaliado. Na modalidade tarifária horária verde o valor de demanda contratada é único; já na modalidade tarifária horário azul são 2 os valores contratados, ponta e fora de ponta, e isto requer que o processo de otimização seja aplicado de forma independente para cada posto tarifário. Os valores de tarifa utilizados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores das tarifas de demanda para cada modalidade tarifária.

Componente tarifário	Valor [R$/kW]
TUSD Demanda – Modalidade Tarifária Horária Verde	30,44
TUSD Demanda – Fora de Ponta - Modalidade Tarifária Horária Azul	30,44
TUSD Demanda – Ponta - Modalidade Tarifária Horária Azul	45,59

Fonte: ANEEL (2022)

Os valores de demanda otimizados, bem como os valores base de fatura referentes as tarifas de demanda, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores otimizados de demanda contratada para cada modalidade tarifária.

Modalidade Tarifária		Valor de demanda otimizado [kW]	Valor base da fatura [R$]*
Verde		183	71.747
Azul	Ponta	150	159.553
	Fora de Ponta	183	

Fonte: Elaborado pelos autores
* Contempla apenas os valores referentes as tarifas relativas à demanda. Não contempla impostos e taxas.

A partir da Tabela 2 nota-se que o valor base da fatura para a modalidade tarifária horária azul é bem superior ao da modalidade tarifária horária verde. Isso se deve à estrutura da modalidade tarifária horária azul, tipicamente não sendo vantajosa para unidades consumidoras que operam durante o horário de ponta do sistema elétrico (na região analisada, entre 18h e 21h).

Analisando os resultados da modalidade tarifária horária verde, nota-se que o valor de demanda otimizado é inferior ao atualmente contratado, mostrando que há espaço para se reavaliar a adequação do atual contrato.

CONCLUSÕES

Ações de eficiência energética vêm sendo discutidas e aplicadas em muitas organizações públicas e privadas; na literatura encontram-se pesquisas científicas, técnicas e acadêmicas que permitem um bom embasamento teórico sobre o assunto.

O presente trabalho promoveu a avaliação do consumo de energia de uma instituição de ensino pública, propondo-se também a otimização da demanda contratada junto à distribuidora de energia elétrica local.

Os resultados de otimização para a demanda contratada (1 valor para a modalidade tarifária horária verde e 2 valores para a modalidade tarifária horária azul) mostram que há espaço para se reavaliar o contrato junto à distribuidora de energia elétrica local.

É importante destacar que o valor ótimo para a demanda contratada é aquele que promove a minimização dos custos anuais com tarifas de demanda (183 kW), mesmo que mês a mês possa ocorrer ultrapassagem do valor contratado. Na presente análise há a tendência de se adotar 214 kW como demanda contratada (maior valor da série anual), para evitar custos com ultrapassagem do valor contratado. Entretanto, ao se adotar esse valor, os custos anuais com tarifas de demanda sofrem um aumento de cerca de 9% em relação ao valor ótimo.

Destaca-se também que a presente análise considerou os valores de demanda apurados ao longo de 12 meses na determinação dos valores de demanda otimizados. Não foram consideradas potenciais variações nos valores apurados decorrentes, por exemplo, de ampliações/modificações no uso dos espaços.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro e institucional do Ifes *campus* Cariacica e *campus* Vitória e da Reitoria do Ifes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. _____. Resolução homologatória nº 3.091, de 02 de agosto de 2022. Homologa o resultado da Revisão Tarifária Periódica – RTP de 2022 da EDP Espírito Santo Distribuição de Energia S.A – EDP ES, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 05 ago. 2022a. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20223091ti.pdf. Acesso em: 28 set. 2022.
2. ANEEL. Resolução Normativa 1.000/2021. Brasília, 2021.
3. CLIMATOLOGIA. Médias Climatológicas Vitória. 2021. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/84/vitoria-es>. Acesso em: 15 jan. 2021.
4. GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. [S.l.]: Plageder, 2009.
5. GIL, A. C. et al. Como elaborar projetos de pesquisa. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4.
6. TESSMER, H. Uma síntese histórica da evolução do consumo de energia pelo homem. Revista Liberato, v. 3, n. 3, 2002.
7. SILVA, R. M. d. Avaliação da eficiência energética em escolas públicas municipais e estaduais de maceió-alagoas. Universidade Federal da Paraíba, 2015.
8. SILVA, I. G. A. M. d.; FONSECA, D. C. F. d.; SILVA, T. P. Avaliação energética e análise da aplicação de energia solar fotovoltaica: um estudo de viabilidade econômica em uma indústria de baterias. 2018.