

## ANÁLISE DA ESTRUTURA TARIFÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA DA UFMT CÂMPUS RONDONÓPOLIS

RAFAEL CRUZ BORGES<sup>1</sup>, LUCAS TAVARES DA SILVA<sup>2</sup>, ALEXANDRE PRODÓSSIMO SOHN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Eletricista, Prof. Doutor, UFMT/Rondonópolis-MT, (66) 3410-4063, rcborges@ufmt.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT/Rondonópolis-MT, tavaresdasilvalucas@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Eletricista, Doutorando em Engenharia Elétrica, USP/São Carlos-SP, alexandresohn@usp.br

Apresentado no  
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

**RESUMO:** As unidades consumidoras de energia elétrica são classificadas em dois grupos tarifários. Para cada grupo, aplica-se um determinado contrato de fornecimento de energia. Neste contexto, o gerenciamento da estrutura tarifária torna-se importante para a redução de custos associados à contratação de demanda de potência e ao consumo de energia. A escolha da melhor demanda evitará o desperdício financeiro, visto que pela legislação se a demanda registrada for inferior à demanda contratada, será faturada a demanda contratada e, se a demanda registrada for superior à demanda contratada, será aplicada a tarifa de ultrapassagem. Nestas duas situações, tanto o sub como o superdimensionamento da demanda contratada, provocarão uma elevação desnecessária dos custos finais com energia elétrica. O foco deste trabalho é realizar um estudo sobre a estrutura tarifária da UFMT localizada no município de Rondonópolis-MT a fim de viabilizar uma melhor eficiência na gestão dos recursos energéticos. Após as análises nas faturas de energia, verificou-se a necessidade de aumentar a demanda contratada uma vez que não houve atualização desde 2016 e, nesse período houve um aumento na carga instalada. Além disso, observou-se também que o fator de potência da unidade consumidora está abaixo do exigido pela norma, gerando custos adicionais na fatura de energia.

**PALAVRAS-CHAVE:** demanda de energia, estrutura tarifária, eficiência energética.

## ANALYSIS OF THE TARIFF STRUCTURE OF ELECTRIC ENERGY OF THE UFMT CAMPUS RONDONÓPOLIS

**ABSTRACT:** The units that consume electric energy are classified into two tariff groups. For each group, a certain energy supply agreement applies. In this context, the management of the tariff structure becomes important for the reduction of costs associated to the contracting of power demand and energy consumption. The choice of the best demand will avoid financial waste, since by legislation if the demand registered is lower than the contracted demand, the contracted demand will be invoiced and, if the demand registered is higher than the contracted demand, the overage tariff will be applied. In these two situations, both the sub and the oversized contracted demand, will cause an unnecessary increase of the final costs with electric energy. The focus of this work is to carry out a study on the tariff structure of UFMT located in the Municipality of Rondonópolis-MT in order to enable a better efficiency in the management of energy resources. After analyzing the energy bills, it was verified the need to increase the contracted demand since there was no update since 2016 and, in that period, there was an increase in the installed load. In addition, it was also observed that the power factor of the consumer unit is below that required by the standard, generating additional costs in the energy bill.

**KEYWORDS:** energy demand, tariff structure, energy efficiency.

**INTRODUÇÃO:** A energia elétrica corresponde ao tipo de energia mais utilizada nos processos produtivos. De modo a arcar com os custos de operação e expansão do setor elétrico, a ANEEL, estabeleceu um sistema tarifário. Os consumidores são classificados em diferentes modalidades, distribuídos em grupos denominados A e B. Neste contexto, fatura-se não somente o consumo, mas também a demanda de energia elétrica. Para fins práticos, o conceito de demanda é classificado em: i) demanda medida; ii) demanda faturável; iii) demanda contratada (ANEEL, 2016). No que diz respeito

à economia de recursos financeiros, o estudo da fatura de energia elétrica para um intervalo de tempo substancial, possibilita ao consumidor adequar as tarifas à sua demanda, permitindo poupar despesas em grande escala. Como parte inicial de um projeto de pesquisa, neste trabalho apresenta-se uma avaliação da estrutura tarifária adotada pela Universidade Federal de Mato Grosso. O objetivo é otimizar a sua demanda, isto é, adequar o perfil de consumo de energia elétrica desta instituição às suas reais necessidades, evitando ociosidades e ultrapassagens da demanda contratada. Como etapa subsequente, será estudada a viabilidade econômica de painéis fotovoltaicos, que pode ser utilizado para aplicações na agricultura, em irrigação, por exemplo (BADULESCU et al., 2017; URMEE, et al., 2016; BUNDSCHUH et al., 2017). Em (KHAN et al., 2014) verifica-se uma economia substancial ao utilizar irrigação fotovoltaica, comparativamente ao sistema alimentado a diesel. Em áreas rurais é comum a ociosidade, assim como a ultrapassagem da demanda contratada, além do desperdício de energia. Como exemplo, tem-se o caso de máquinas e sistemas que são ligados intencionalmente sem necessidade prática, a fim de evitar multas pela concessionária. Fica então evidente que otimizar a demanda, não somente pelo estudo tarifário, mas também pela utilização de recursos renováveis, permitirá ao consumidor rural reduzir custos e contribuir, portanto, com a sustentabilidade.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Este trabalho está sendo desenvolvido na Universidade Federal de Mato Grosso, localizada no município de Rondonópolis. A primeira etapa do trabalho caracterizou-se pela realização de uma análise completa das faturas de energia elétrica de agosto de 2016 a março de 2018. Os dados coletados foram: históricos de demanda e consumo de energia elétrica para os horários de ponta e fora de ponta, fator de potência, fator de carga (FC) e os custos relacionados com a demanda de ultrapassagem, excedentes de reativo e a fatura de energia. Foi utilizado o *software* MATLAB® para a elaboração dos gráficos. O FC é um índice que varia de 0 a 1, o qual mostra se a energia elétrica está sendo bem utilizada (GUELF, 2007). As equações utilizadas para o cálculo do FC foram as seguintes (GUELF, 2007):

$$FC(P) = \frac{kWh(P)}{66kW(P)} \quad (1)$$

$$FC(FP) = \frac{kWh(FP)}{664kW(FP)} \quad (2)$$

$$FC(VERDE) = \frac{kWh(P)+kWh(FP)}{730kW} \quad (3)$$

onde (P) e (FP) referem-se aos horários de ponta e fora de ponta, respectivamente; (VERDE) refere-se à tarifa verde.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O fornecimento de energia elétrica para a universidade é realizado em tensão primária de 13,8 kV, enquadrada no subgrupo A4 e incidindo a tarifa horária verde. A figura 1 mostra as demandas medidas e contratadas do período mencionado em função dos meses do ano. É possível observar que a demanda medida vem crescendo a cada mês. Isto deve-se ao fato da aquisição e funcionamento de novos equipamentos elétricos obtidos nesse período. Também pode ser notado que no ano de 2017 os únicos meses em que a demanda medida estava menor que a contratada foram em janeiro, fevereiro e agosto. Esse fato mostra que está ocorrendo um aumento na demanda medida e, a demanda contratada que é a mesma desde 2016 não está sendo mais suficiente, penalizando a universidade com as demandas de ultrapassagem que tem o custo do kW duas vezes maior que a demanda contratada. As figuras 2 e 3 mostram as demandas de ultrapassagem e as demandas não utilizadas, ou seja, as demandas que não atingiram o valor contratado, respectivamente. Observa-se que a ocorrência da demanda de ultrapassagem é superior à demanda que não atingiu o valor contratado. As duas situações são prejudiciais para a universidade, no entanto, a demanda de ultrapassagem é mais onerosa. A tabela 1 mostra o histórico de consumo e demanda de energia elétrica e os valores das faturas sem impostos.

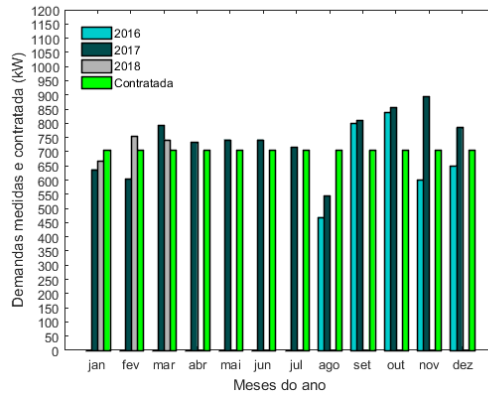


FIGURA 1. Demandas medidas e contratadas.

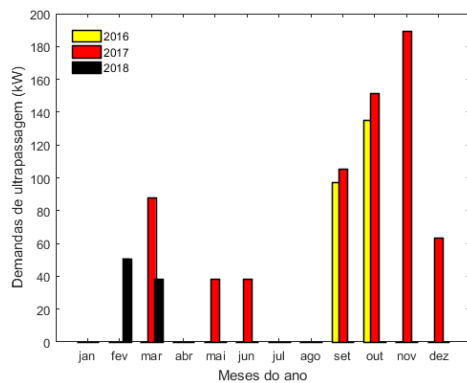


FIGURA 2. Demanda de ultrapassagem.

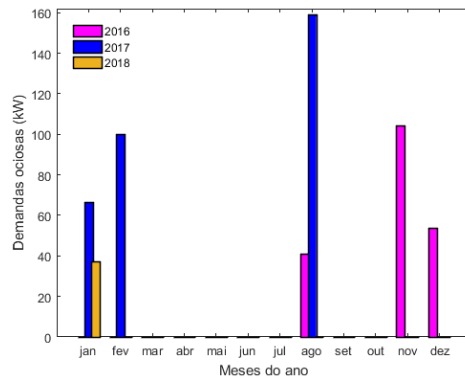


FIGURA 3. Demanda não utilizada.

TABELA 1. Histórico de consumo e demanda de energia elétrica.

MÊS	CONSUMO				DEMANDA				FC (P)	FC (F. P)	FC (VERDE)	COS θ	U (R\$)	E. R (R\$)	F. E (R\$)
	ATIVO		REATIVO		C (kW)	M (P) (kW)	M (F.P) (kW)	U (kW)							
	P (kWh)	F. P (kWh)	P (kWh)	F. P (kWh)											
ago/16	26460	157080	840	10920	705	470,4	663,6		0,852	0,356	0,379	NÃO		3.146,62	104.421,37
set/16	23520	151620	840	10500	705	546	802,2	97,2	0,653	0,285	0,299	NÃO	2.997,64	3.034,23	96.454,92
out/16	24360	162120	420	8400	705	558	840	135	0,661	0,291	0,304	NÃO	4.163,40	2.359,95	101.739,38
nov/16	14700	131880	1680	12180	705	378	600,6		0,589	0,331	0,334	NÃO		3.708,51	75.334,85
dez/16	16380	131880	1260	9660	705	445,2	651		0,557	0,305	0,312	NÃO		2.921,85	76.784,69
jan/17	15120	122220	2520	14700	705	415,8	638,4		0,551	0,288	0,295	NÃO		4.607,54	73.607,34
fev/17	10920	115500	2100	14280	705	390,6	604,8		0,424	0,288	0,286	NÃO		4.382,78	65.575,25
mar/17	20580	147420	840	10080	705	541,8	793,8	88,2	0,576	0,280	0,290	NÃO	2.720,08	2.921,85	90.737,42
abr/17	27300	188160	1680	13440	705	541,8	735		0,763	0,386	0,402	0,830		3.882,51	108.882,19
mai/17	16380	136500	2100	19320	705	470,4	743,4	38,4	0,528	0,277	0,282	0,780	1.184,25	4.388,74	72.694,38
jun/17	21000	151620	1680	14700	705	487,2	743,4	38,4	0,653	0,307	0,318	0,813	1.184,25	4.260,43	92.228,47
jul/17	20160	132720	1260	13020	705	474,6	718,2		0,644	0,278	0,292	0,814		3.714,22	83.276,20
ago/17	18900	118860	1680	13440	705	373,8	546		0,766	0,328	0,346	0,796		3.932,71	77.354,26
set/17	28980	179760	840	10500	705	562,8	810,6	106	0,780	0,334	0,353	0,851	3.256,70	2.949,53	113.874,64
out/17	20160	152880	1260	11760	705	537,6	856,8	152	0,568	0,269	0,277	0,835	4.681,51	3.386,50	95.767,82
nov/17	22680	186480	840	11340	705	571,2	894,6	190	0,602	0,314	0,320	0,854	5.847,26	3.168,01	110.921,91
dez/17	21420	163380	1260	10920	705	491,4	768,6	63,6	0,660	0,320	0,329	0,838	1.961,42	3.168,01	96.405,98
jan/18	15540	128520	2100	12852	705	457,8	667,8		0,514	0,290	0,296	0,787		4.697,40	76.163,72
fev/18	17640	152040	1680	13860	705	504	756	51	0,530	0,303	0,307	0,817	1.572,84	4.041,95	87.887,34
mar/18	20160	152880	1260	10500	705	478,8	743,4	38,4	0,638	0,310	0,319	0,842	1.184,25	3.058,77	90.194,21
<b>TOTAL</b>	<b>402.360</b>	<b>2.963.520</b>	<b>28.140</b>	<b>246.372</b>									<b>30.753,60</b>	<b>71.732,11</b>	<b>1.790.306,34</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>20.118</b>	<b>148.176</b>	<b>1.407</b>	<b>12.318,60</b>									<b>2.795,78</b>	<b>3.586,61</b>	<b>89.515,32</b>

\*COS θ – FATOR DE POTENCIA, \*P -PONTA, \* F.P - FORA DA PONTA, \* M - DEMANDA MEDIDA, \* C - DEMANDA CONTRATADA, \*U - DEMANDA DE ULTRAPASSAGEM, \*FC - FATOR DE CARGA, \*FC VERDE - FATOR DE CARGA PARA A TARIFA VERDE, \* E.R - EXCEDENTE REATIVO, \*F.E - FATURA DE ENERGIA.

É possível observar que o fator de carga (FC) principalmente para a tarifa verde (tarifa adotada na UFMT) está muito baixo. Este índice não é tarifado pela concessionária, apenas é uma ferramenta para analisar a utilização da energia elétrica. Nota-se também que no período de agosto de 2016 a março de 2018 houve uma cobrança média de excedente de reativo no valor de R\$ 3.586,61 (três mil quinhentos e oitenta e seis reais e sessenta e um centavos) devido ao fator de potência estar abaixo de 0,92 como determina a legislação, o que poderia ser facilmente corrigido através da instalação de bancos de capacitores. Já custo médio da demanda de ultrapassagem no período analisado foi de R\$ 2.795,78, indicando que a demanda contratada deve ser revista para não gerar custos adicionais.

**CONCLUSÕES:** Após a análise dos resultados fica evidente a necessidade de fazer atualização contratual entre a universidade e a concessionária de energia em um primeiro momento, aumentando a demanda contratada, a qual não houve mudança desde 2016. Foi observado também a necessidade de se fazer a correção do fator de potência devido à cobrança dos excedentes de reativos. Esta primeira análise do estudo tarifário servirá de base para trabalhos futuros deste projeto de pesquisa, de forma a otimizar a demanda através da aplicação de ferramentas matemáticas. Esse tipo de estudo poderá ser utilizado como base para otimizar a demanda de propriedades rurais, unidades de beneficiamento de sementes (UBS), irrigação ou qualquer outra atividade que dependa do consumo de energia elétrica. Esta análise é fundamental para se permitir entender as reais necessidades energéticas da propriedade, permitindo-se também escolher recursos renováveis adequados para reduzir ainda mais a demanda contratada, de forma a torná-las mais sustentáveis e eficientes.

#### **REFERÊNCIAS:**

ANEEL. **Condições gerais de fornecimento de energia elétrica – resolução normativa 414/2010.** 2016.

BADULESCU, N.; TRISTIU, I. **Integration of photovoltaics in a sustainable irrigation system for agricultural purposes.** International Conference on Energy and Environment. 19-20 Out. 2017.

KHAN, M. T-I.; PATHIK, B. B. **A comprehensive study on photovoltaic irrigation system for different crop cultivation: financial evaluation perspective.** Journal of Electrical Engineering. 2014. p. 228-237.

GUELFY, R. **Análise da relação entre o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa utilizando hiperboloides de carga e potência.** 2007. 139p. (Dissertação de mestrado) – Faculdade de Engenharia; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2007.

URMEE, T.; HARRIES, D.; HOLTORF, H-G. **Photovoltaics for rural electrification in developing countries – a road map,** 1 ed. Suíça: Springer, 2016.

BUNDSCHUH, J.; CHEN, G.; CHANDRASEKHARAM, D.; PIECHOCKI, J. **Geothermal, wind and solar energy applications in agriculture and aquaculture,** 1 ed. Londres: CRC Press, 2017.