

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE UMA UNIDADE ARMAZENADORA DE GRÃOS

EVANDRO ANDRÉ KONOPATZKI¹, YURI FERRUZZI²

¹ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), (45) 9109-1308, eakonopatzki@gmail.com

² Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), (44) 9967-2385,

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Estudos sobre a iluminação dos ambientes têm mostrado a importância de projetos que adequem o nível de iluminância à tarefa realizada. Em 31/12/2010 foi publicada a Portaria Interministerial 1007 que proíbe, até 30/06/2017 gradativamente, a fabricação e a comercialização das lâmpadas que não atingem valor mínimo de eficiência luminosa. A baixa eficiência luminosa é apresentada, por exemplo, pelas lâmpadas incandescentes que produzem apenas 5% da luz enquanto 95% da energia transforma-se em calor. A Abilux, 2012 aponta 300 milhões de lâmpadas incandescentes vendidas entre 2011 e 2012, contra 200 milhões de fluorescentes compactas, 90 milhões de fluorescente tubulares, 20 milhões de halógenas e 250 mil LEDs. Isto mostra que 49,16% das lâmpadas instaladas no Brasil, naquele período, apresentam baixa eficiência por serem incandescentes, um cenário favorável aos estudos luminotécnicos. Esta pesquisa foi realizada em uma Unidade Armazenadora (UA) de Cascavel-PR e apontou melhorias no sistema de iluminação baseadas na verificação das lâmpadas instaladas em cada ambiente e na troca das lâmpadas de baixa eficiência luminosa. Foi observado que 51,2% das lâmpadas da UA possui baixa eficiência luminosa, representando 80,2% da potência instalada no sistema de iluminação (12.296W) com margem para redução da potência instalada em 72,81% reduzindo a potência do sistema de iluminação para 3.342,9W, aproximadamente, o que representaria uma redução na fatura média mensal da Unidade de 3,96% equivalente a R\$ 799,52.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, Sistema de Iluminação, Unidade Armazenadora

ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS OF LIGHTING SYSTEM OF A GRAIN STORAGE UNIT

ABSTRACT: Studies of lighting environments shown importance of projects that suited the great level of illuminance. On 31/12/2010 a Interministerial Ordinance (1007) prohibits until 06/30/2017 gradually , manufacturing and marketing of lamps above minimum value of luminous efficiency . The low luminous efficiency is shown , for example, by incandescent lamps which produce 5% light only while 95 % of the energy are transformed to heat. The Abilux, 2012 point 300 million incandescent bulbs sold between 2011 and 2012, against 200 million CFL, fluorescent tubes 90 million, 20 million and 250,000 halogen LEDs . That 49.16% of operating in Brazil , at that time , have low efficiency lamps,cause are incandescent, a favorable scenario to luminothécniques studies. This studies was conducted in a storage unit (SU) from Cascavel - PR and made improvements lighting system based on verification of lamps installed in each environment and the exchange of lamp low luminous efficiency . It was observed that 51.2% of the lamps SU has low luminous efficiency , representing 80.2% of the installed power in the lighting system (12,296W) scope for reduction of installed capacity by 72,81% reducing power to 3.342,9W approximately, represent 3.96% reduction in the monthly bill, equivalent of R\$ 799,52.

KEYWORDS: Energy Efficiency, Lighting System, Storage Unit

INTRODUÇÃO: Estudos sobre a iluminação dos ambientes têm mostrado a importância de projetos que adequem o nível de iluminância à tarefa realizada, Antunes (2013). Em 31/12/2010 foi publicada a Portaria Interministerial 1007 do Ministério de Minas e Energia (MME) que proíbe, até 30 de junho de 2017, a fabricação e comercialização das lâmpadas que não atingem valor mínimo de eficiência luminosa. Pnuma (2013), Bracier (2013) e Konopatzki (2013).

Para Pierre (2002) e Moura (2013) a baixa eficiência luminosa é apresentada, por exemplo, pelas lâmpadas incandescentes que produzem apenas 5% da luz enquanto outros 95% da energia elétrica transformam-se em calor. Em 2012 a Abilux *apud* Martins (2013) apontou que 300 milhões de lâmpadas incandescentes foram vendidas entre 2011 e 2012, contra 200 milhões de fluorescentes compactas, 90 milhões de fluorescentes tubulares, 20 milhões de halógenas e 250 mil LEDs. Isto mostra que 49,16% das lâmpadas usadas no Brasil apresentam baixa eficiência por serem incandescentes. Isto apresenta um cenário favorável aos estudos luminotécnicos, de acordo com Martins & Konopatzki (2013).

Este estudo foi realizado em uma Unidade Armazenadora (UA) de Cascavel-PR e apontou melhorias no sistema de iluminação baseadas na verificação das lâmpadas instaladas em cada ambiente e na troca das lâmpadas de baixa eficiência luminosa.

Foi observado que 51,88% das lâmpadas da UA possui baixa eficiência luminosa e que estas representam 80,2% da potência instalada no sistema de iluminação, apresentando margem para reduzir a potência instalada no sistema de iluminação em 57,71%.

MATERIAL E MÉTODOS: A Unidade Armazenadora de grãos analisada está instalada no Município de Cascavel – PR possui uma fatura de energia elétrica de R\$ 20.193,17 mensais, na média. Por esta unidade tem circulado anualmente 72,15 toneladas de grãos. A modalidade contratual de energia elétrica é Convencional A com valores estipulados pela ANEEL, em fevereiro de 2014, em R\$ 40,70 (kW)⁻¹ de demanda contratada e R\$ 0,25 (kW.h)⁻¹ de energia consumida. Nesta modalidade tarifária não se distinguem os valores nos períodos de ponta e fora ponta (COPEL, 2014)

Foram coletados dados de demanda e energia das faturas de energia elétrica da unidade de quatro anos (2008 a 2012). Durante o levantamento de campo, que aconteceu no ano 2010, foram coletados dados das lâmpadas instaladas na indústria, por ambiente, onde o tipo de lâmpada, a potência unitária e o tempo de uso foram apresentados na forma de tabela. Com estes dados foram calculados a potência instalada no sistema de iluminação e o tempo médio no qual o sistema é usado, sendo possível calcular também o fator de carga das lâmpadas.

Posteriormente foram analisadas as quantidades de lâmpadas por tipo e relacionadas suas eficiências luminosas com base nos dados dos fabricantes, como há vários valores de eficiência para uma mesma lâmpada o valor adotado foi a média de três valores encontrados ou da faixa de eficiência fornecida.

Com base neste dado foi determinado o Fluxo Luminoso Total dos ambientes e este valor foi usado como referência para a determinação da nova potência elétrica demandada por lâmpadas de vapor de sódio (opção A), fluorescentes (opção B) ou LEDs (opção C). Por óbvio as lâmpadas de vapor de sódio não podem ser usadas em escritórios, cozinhas ou banheiros sendo adotadas, neste caso, lâmpadas fluorescentes compactas (econômicas) no projeto. Metodologia apresentada por Moura, 2013.

As faturas de energia elétrica foram analisadas para construção da demanda média e do consumo médio de energia. Por fim foi comparada a demanda, a energia consumida e a fatura em cada opção analisada com o sistema atualmente instalado na unidade, tendo apresentado como resultado possíveis economias produzidas pelos sistemas de iluminação propostos, a economia foi verificada por meio de comparação da potência instalada, da demanda e da energia consumida pelos sistemas: atual e propostas. Verificando a contribuição do sistema de iluminação na fatura média do mensal da unidade, a contribuição do sistema de iluminação foi calculada com base no levantamento das potências de cada lâmpada e do tempo de funcionamento, a fatura média foi obtida pela média simples das 48 faturas mensais observadas no período quadrienal da unidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Com o levantamento realizado na unidade, foram identificados os tipos de lâmpada, sua potência unitária, o tempo médio diário de uso e a quantidade de lâmpadas por ambiente. Ao total foram catalogadas 133 lâmpadas de sete tipos diferentes na unidade, sendo eles a lâmpada fluorescente compacta, a fluorescente tubular, a incandescente, a mista e a de vapor de

mercúrio. A potência instalada no sistema de iluminação é de 12.296 W e o tempo médio de operação das lâmpadas é de 8h47, sendo que os horários nos quais houve maior número de lâmpadas acesas simultaneamente foi, na média, entre 5h40 e 8h00 além de 18h38 e 22h00.

Com estes dados é possível constatar que o fator de carga é igual a 0,55. Este fator de carga mostra que as lâmpadas ficam acesas durante 55% do tempo de operação da unidade armazenadora, funcionando, em alguns setores, durante o dia. Arranjo de telhas transparentes pode ser instalado no barracão melhorando a iluminação natural e dispensando, provavelmente, a iluminação artificial.

A eficiência luminosa (lm.W^{-1}) destas lâmpadas é variada, neste estudo foram calculadas as médias das lâmpadas avaliadas, sendo: Fluorescente compacta (77,5); Fluorescente tubular comum (65), especial (85); LED (60); Vapor de sódio (110). Os modelos de lâmpada mais eficientes são utilizados para área industrial a fluorescente tubular especial, LED e Vapor de sódio; para uso comercial e escritórios a lâmpada fluorescente compacta, a tubular especial e a LED.

Com os valores da eficiência luminosa média foram calculados os fluxos luminosos por ambiente, em seguida o fluxo luminoso foi dividido pela eficiência das lâmpadas de vapor de sódio (opção A), fluorescentes (opção B) e LEDs (opção C), os resultados mostraram que o sistema de iluminação da unidade armazenadora estudada apresenta, atualmente, 337.990 lm para apresentar suas condições luminotécnicas atuais. Para tanto a demanda do sistema é de 12.296 W. Neste caso, a demanda do sistema de iluminação contribui para o faturamento da energia com R\$ 500,45 mensalmente. O consumo mensal estimado do sistema de iluminação, para as 8h47 de uso diário, é de 2.377,2 kW.h, a energia consumida por este sistema é de R\$ 597,60. Desta forma a fatura de energia elétrica fica composta pela soma da demanda: R\$ 500,45 e da Energia consumida R\$ 597,60; Fatura mensal média: R\$ 1.098,65.

A Tabela 1 apresenta as projeções da demanda, da energia e da fatura para as opções A, B e C. Todas relacionadas ao sistema de iluminação atual.

TABELA 1. Projeção da demanda, energia, fatura e economia nas três opções de troca de lâmpada.

Grandeza	Sistema Atual	Opção A	Opção B	Opção C
Demanda (R\$)	500,45	136,06	161,84	229,27
Energia (R\$)	597,60	162,47	193,26	273,78
Contribuição do sistema de iluminação na fatura mensal média (R\$)	1.098,65	298,53	355,09	503,05
Economia produzida no sistema de iluminação (%)	0	72,81	67,66	54,19
Contribuição do sistema de Iluminação na fatura mensal média (%)	5,44	1,48	1,76	2,49
Economia produzida na fatura mensal média (%)	0	3,96	3,68	2,95

Substituir o sistema de iluminação atual por qualquer uma das três propostas implicará economia na fatura de energia elétrica. As opções B e C são menos favoráveis do que a opção A. Caso a Unidade Armazenadora de grãos adote a opção C (lâmpadas LED) a economia será de 2,95% na fatura média mensal, o que equivale a R\$ 595,00 mensais.

Na opção B, que implica a instalação de lâmpadas fluorescentes especiais (assim denominadas por possuírem alta eficiência luminosa), a Unidade economizaria 3,68% na fatura média mensal, o que seria equivalente a R\$ 742,95 mensais.

A melhor opção apresentada aborda o dimensionamento do novo sistema de iluminação com lâmpadas de vapor de sódio nos barracões e área industrial da unidade, por lâmpadas fluorescentes tubulares no escritório e por lâmpadas fluorescentes compactas econômicas nos ambientes menores (como banheiros, vestiário e setor de limpeza), caracterizada como opção A. Nesta opção a demanda pode ser reduzida para 3.342,9 W e o consumo total reduzido para 646,29 kW.h. Isto representa liberação de 72,81% da potência atualmente utilizada no sistema atual de iluminação e proporciona uma economia de 3,96% na fatura média mensal da Unidade (R\$ 799,52).

AGRADECIMENTOS: A UTFPR-MD e a Fundação Araucária pelo Apoio

CONCLUSÕES: Este estudo apresentou análise técnica de substituição do sistema de iluminação da Unidade armazenadora de Grãos promovendo redução da fatura mensal de energia elétrica.

Os dados mostraram que o sistema de iluminação atualmente instalado possui baixa eficiência luminosa e pode ser substituído por outros tipos de lâmpadas, mais eficientes. Porém algumas lâmpadas com maior eficiência luminosa (como as de vapores metálico e de sódio) não podem ser usadas em ambientes de baixo pé direito devido sua distribuição luminosa (curva espectrométrica). Desta forma, a primeira opção de troca de lâmpadas considerou o uso de lâmpadas de vapor de sódio para os ambientes amplos, lâmpadas fluorescentes tubulares especiais no escritório e lâmpadas compactas econômicas nos ambientes menores. Esta opção (A) foi a mais eficiente nos estudos reduzindo a fatura mensal, na parcela iluminação, em 72,81%, o que equivale a uma redução na fatura total da unidade armazenadora de 0,40% somando R\$ 799,52.

A análise econômica da substituição destes sistemas de iluminação, considerando os indicadores da engenharia econômica terá segmento em-trabalhos futuros. Bem como a expansão deste estudo em unidades armazenadoras de dimensões maiores, com faturamento nas diferentes sazonalidades e bandeiras de consumo.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, David Philipe. Análise Luminotécnica do Sistema de Iluminação de uma Indústria Metalúrgica. 2013. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior em Tecnologia de Manutenção Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

BRACIER. Iluminação com menos consumo. Disponível em: <<http://bracier.org.br/brasil/iluminacao-com-menos-consumo>> Acesso em: 28 de novembro de 2013.

COPEL. Manual de eficiência energética na indústria. Paraná. Edição: Novembro de 2005.

_____. Taxas e tarifas. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F8c04fbf11f00cc5703257488005939be>> Acesso em: 12 de fevereiro de 2014.

KONOPATZKI, Evandro A.; MARTINS, Victor H. S. P.; Análise Técnico-Econômica de Manutenção e Redimensionamento Luminotécnico de um Laboratório de Eletromecânica. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 12, 2013, Ponta Grossa, PR, Brasil, 04 a 06 de dezembro de 2013.

MARTINS, Victor H. S. P.; KONOPATZKI, Evandro A.; Viabilidade Técnico-Econômica na Troca do Sistema de Iluminação de um Laboratório Eletromecânico. In: IX Encontro Nacional de Difusão Tecnológica. 10, 2013, Medianeira, PR, Brasil, 23 a 24 de outubro de 2013.

MARTINS, Victor H. S. P.; Revisão e Dimensionamento do Sistema de Iluminação de um Laboratório de Eletromecânica. 2013. 71 f. Trabalho de conclusão de curso – Graduação em Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira – 2013.

MOURA, Dhenifer. Análise luminotécnica: estudo de caso em indústria moveleira localizada na cidade de medianeira. 2013. 58 f. Trabalho de conclusão de curso – Graduação em Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira – 2013.

PIERRE, RODRIGUES. Manual de iluminação eficiente. Brasil, PROCEL, 2002.

PNUMA. Novos Países Começam a Reduzir Progressivamente Iluminações Ineficientes. Disponível em: <http://www.pnuma.org.br/comunicados_detalhar.php?id_comunicados=218> Acesso em: 05 de novembro de 2013.