



ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA COMERCIAL

Bruna Antunes da Silva ¹
Larissa Fialho Bassanes ²
Luís Henrique Chouay Dall Agnese ³
Luciana Paro Scarin Freitas ⁴

INTRODUÇÃO

A vida no mundo pós-moderno é, em grande parte, dependente da utilização da energia elétrica. Esse fator ocorre devido ao grande número de equipamentos elétricos e eletrônicos desenvolvidos, os quais trouxeram inúmeras facilidades ao dia-a-dia das pessoas, tanto em atividades cotidianas, quanto em fábricas e indústrias.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, com dados atualizados pela Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos, o consumo nacional de energia elétrica apresentado pelo segmento industrial em 2018 foi de 170.041 GWh, representando aproximadamente 35,78 % do consumo energético nacional (EPE, 2018).

Desta forma, dentre os muitos gastos de uma empresa, é possível observar que a energia elétrica representa um elemento significativo nas despesas orçamentárias. Tendo em vista, que grande parte dos equipamentos utilizados dependem da energia elétrica para funcionar. De acordo com a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, no seminário “O setor produtivo e a energia: questões e soluções na indústria em tempos de crises energéticas” de 2015, as indústrias do Brasil pagam uma das tarifas de energia elétrica mais caras do mundo (FIRJAN,2015). A eletricidade acaba sendo utilizada nas fábricas do início ao fim da fabricação dos produtos, aumentando assim o custo de energia consumido e pago pela indústria. Considerando esse fator, a diminuição do consumo de energia elétrica, pode ser convertido

¹ Graduando do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, brunakapfenberger@outlook.com;

² Graduado pelo Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, bassaneslarissa1@gmail.com;

³ Mestre pelo Curso de Engenharia elétrica da Universidade Estadual do Oeste - Unioeste, luis.hnrique@uniamerica.br;

⁴ Pós-doutorada pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual do Oeste – Unioeste, luciana.scarin@uniamerica.br;



tanto em redução de custos, quanto em um ganho na produção o que resultaria em lucros para a empresa.

Desta forma, é vantajoso para a empresa focar na eficiência energética, que conforme Salomão (2010) ela está relacionada a dois fatores, a troca por equipamentos mais eficientes, que não comprometam a execução da tarefa e a utilização da energia de maneira responsável, através da conscientização dos usuários. Entretanto, nem sempre se utiliza a instalação elétrica de maneira mais efetiva, acarretando um maior consumo de energia elétrica. Conforme a Companhia Paranaense de Energia - COPEL (2018) o mesmo poderia ser evitado, considerado as revisões nas distribuições de cargas, avaliando se elas não estão sobrecarregadas, podendo assim realizar algumas adaptações. Com base nisso, a vida útil das máquinas poderia até ser prolongadas e o consumo da energia seria menor.

O alto consumo de energia também é consequência da falta de planejamento nas instalações e estruturas do local, o que pode ser evitado, com a realização de um projeto elétrico. Deste modo, um projeto elétrico bem elaborado e estruturado, de acordo com as necessidades do local, atende tanto os problemas operacionais, quanto as demandas internas da indústria. Segundo Silva (2011), elaborar uma renovação nas instalações elétricas, efetuando a troca de lâmpadas e modificando circuitos sobrecarregados, poderia reduzir em até 50% na fatura de energia elétrica, trazendo assim, não só uma economia, mas também gerando mais segurança no local.

Além disto, outro fator que quando dimensionado de maneira errônea afeta o consumo de energia do local e pode causar desconforto visual aos que utilizam, causando uma redução no desempenho do trabalho é a iluminação do ambiente. Desta forma, um projeto luminotécnico bem efetuado é de grande importância e traz grandes benefícios, como redução do consumo de energia. Conforme Mamede Filho (2010) para a realização da parte luminotécnica diferentes métodos podem ser utilizados, como o método das cavidades zonais, método ponto a ponto e método de lumens.

Desta forma, o objetivo deste trabalho, é apresentar maneiras e soluções para reduzir o alto consumo de energia elétrica de uma fábrica de móveis, localizada na cidade de Foz do Iguaçu. E através da pesquisa realizada com base na análise do consumo mensal de energia da indústria, na maneira a qual as máquinas estavam instaladas e sendo manuseadas, com o estudo das instalações elétricas e da iluminação utilizada, apresentar diferentes soluções para a diminuição com gastos de energia elétrica. Tais como, adaptação da fiação, instalação de mais



tomadas, substituição de lâmpadas, alteração do padrão de entrada e troca de alguns equipamentos.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A metodologia adotada neste trabalho, refere-se a uma análise de campo na fábrica onde o projeto será realizado, mediante a obtenção de dados como o uso e consumo dos equipamentos e máquinas que operam no local, a instalação elétrica e iluminação do recinto. Com essa análise, buscou-se a redução do consumo de energia elétrica da fábrica, apresentando medidas e parâmetros para se ter uma melhor eficiência energética.

Inicialmente, foi realizado um levantamento de carga, de todo o maquinário e da instalação elétrica da fábrica, incluindo o escritório, copa e banheiro, para então descobrir qual era a origem do alto consumo elétrico.

Utilizou-se um alicate amperímetro multímetro digital 400 A – 600 V para medir a corrente real em cada máquina durante o seu período de operação e calcular a potência real entregue, conforme equação 4, para assim comparar com a potência nominal de cada um dos equipamentos. A iluminação foi analisada através da observação dos modelos e quantidade das lâmpadas presente no local.

$$P=I.U \quad (1)$$

Onde:

P – Potência

I – Intensidade da corrente

U – Tensão

Após o levantamento e análise dos dados, identificou-se a necessidade da realização de um projeto elétrico, para a definição dos componentes que deverão ser trocados, para geração de uma economia no consumo de energia da fábrica e conseqüentemente uma diminuição no custo da produção do material fabricado na indústria. Para tal utilizou-se o software Autocad seguindo todas as exigências previstas na norma NBR 5410.

Com a finalidade de gerar uma melhor análise da quantidade de luz disponível para cada ambiente, sem ocorrer um superdimensionamento ou subdimensionamento, foi efetuado o projeto luminotécnico onde foi utilizado como base a norma NBR 5413 e o método de lúmens.

Para a análise da distribuição de fluxo luminoso e simulação do projeto luminotécnico utilizou-se o software Dialux, onde é possível obter a representação do ambiente. Os recursos



do software incluem, automaticamente os cálculos de iluminação, determinando a quantidade de luminárias necessárias para a planta inserida e a distribuição da densidade de fluxo luminoso no ambiente dependendo do posicionamento de cada uma das luminárias.

REFERENCIAL TEÓRICO

A eletricidade pode ser considerada um elemento de grande importância para todos os segmentos da sociedade atual, como comércio, lazer e indústrias. Toda instalação elétrica deve ser baseada em normas, segundo Mamede Filho (2010), no Brasil as normas seguidas são estipuladas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela concessionária de energia de cada estado, neste caso, a Companhia Paranaense de Energia - COPEL. As empresas devem seguir rigorosamente estas regras para maximizar a economia, evitar danos na rede elétrica e garantir segurança.

Um fator que influencia muito no consumo de energia elétrica, é a falta de planejamento antes da construção, que poderia ser evitado com a estruturação de um projeto elétrico. Conforme Kowalski (2010), para que um projeto tenha um bom aproveitamento, tendo em vista a eficiência energética, é necessário que exista formas de se prevenir falhas operacionais, produzindo assim mais segurança para o local.

O padrão de entrada é considerado o início da instalação, onde a concessionária local de energia realiza a conexão entre a rede de distribuição e a instalação, onde a entrada de serviço pode ser monofásica, bifásica ou trifásica, dependendo da demanda e do tipo de consumidor e poderá ser executada somente se todas as estipulações definidas pela norma técnica Copel NTC 901100 forem precisamente executadas. O conjunto do padrão de entrada compreende o poste particular, disjuntor, caixas e quadro de medição (CARVALHO,2019).

Para que a indústria opere de modo eficiente, e obtenha-se um maior equilíbrio, as cargas devem ser distribuídas em diferentes fases, considerando a localização e a grandeza de cada carga, avaliando a corrente, potência e tensão de cada um dos equipamentos. É necessário que haja um sistema de distribuição de energia que deverá obedecer determinados padrões estabelecidos pela norma técnica, como a presença de dispositivos de proteção e circuitos terminais, evitando assim, a privação de energia em toda uma área caso haja falha em um circuito, facilitando as manutenções, verificações, reparo e aumentando a segurança (ABNT NBR 5410, 2004).



Sendo assim, ainda segundo a norma ABNT NBR 5410 (2004) é necessário que a potência de alimentação seja determinada, através do levantamento dos equipamentos que serão utilizados, bem como suas potencias nominais. Deverá ser considerado também, não somente os dispositivos utilizados no momento, como a possibilidade de futuras ampliações, tornando a instalação mais segura e econômica.

A definição dos condutores também é de extrema importância em uma instalação, pois a escolha errada do fio pode ocasionar superaquecimento no circuito. Creder e Costa (2016) relatam que para a definição correta da bitola do condutor, deve-se calcular a corrente e aplicar os fatores de correção, dependendo do agrupamento dos condutores e da temperatura do ambiente e verificar se ele satisfaz o critério de queda tensão, escolhendo o condutor de maior secção.

O dimensionamento correto do sistema de iluminação deve ter em vista cada atividade que será realizada, para desta forma fornecer um nível de iluminação suficiente. Conforme a NBR ISSO/CIE 8995-1 (2013) é preciso levar em consideração a quantidade e qualidade da iluminação, atendendo-se para a maneira pela qual a luz é fornecida, as características da cor da fonte de luz e da superfície em conjunto com o nível de ofuscamento do sistema. Ainda conforme a norma NBR 8995-1 (2013) é importante que não haja desperdício de energia, porém sem comprometer a iluminação adequada do local, para isto é necessário considerar o sistema de iluminação, equipamentos, controles apropriados e a utilização de luz natural, quando possível. Segundo a norma ABNT NBR 5413 (1992) a iluminância adequada para área de trabalho médio de maquinaria varia de 500 a 100 lux, dependendo da velocidade e precisão do trabalho, refletância do fundo de tarefa e idade das pessoas que executarão as tarefas.

Desta forma a escolha da lâmpada adequada é considerada um fator indispensável quando se pensa em diminuir os gastos com a energia elétrica, visto que algumas lâmpadas consomem mais do que necessitam. De acordo com Mamede (2009), as lâmpadas incandescentes não possuem uma grande eficiência, ou seja, produzem uma baixa quantidade de luz e consomem muita energia, visto que a maior parte de energia consumida se perde através do calor gerado, acarretando assim um aumento na fatura de energia. Conforme Siqueira (2008), as lâmpadas fluorescentes, desde a sua criação sofreram algumas modificações, ficando assim mais compactas e econômicas, em relação as lâmpadas incandescentes, consumindo assim em torno de 20% das lâmpadas convencionais.

A comercialização de lâmpadas mais tecnológicas, tem oferecido progressivamente, uma redução no consumo de energia elétrica. Conforme Carvalho Júnior (2019), as lâmpadas



chamadas de diodo emissor de luz, do inglês Light Emitting Diode (LED), tem sido a melhor opção quando o assunto é economia de energia, pois tem uma melhor eficiência energética e uma maior durabilidade se comparado a outros modelos de lâmpadas. Segundo Siqueira (2008) o LED tem dois grandes benefícios, o baixo consumo de energia, pois consegue operar com corrente de baixa intensidade e a produção de luz com o mínimo de aquecimento, o que a torna assim mais satisfatória no momento da definição da escolha de lâmpadas, independentemente do local que serão utilizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desse modo, foi verificado a necessidade da realização de um projeto elétrico, o mesmo foi elaborado seguindo rigorosamente a normativa NBR 5410, e as norma técnica NTC 901100, da distribuidora de energia local, a Companhia Paranaense de Energia - COPEL, pois esta define a quantidade mínima de tomadas e iluminação em cada ambiente, conforme a área e perímetro, respectivamente.

Durante a realização da análise das cargas no decorrer do projeto, foi constatado que algumas das máquinas utilizadas na fábrica possuem uma maior potência e necessitando assim circuito separado. Estes equipamentos anteriormente estavam todos ligados em um mesmo circuito, sendo assim, havia uma sobrecarga nos condutores, com isto as máquinas não podiam ser ligadas ao mesmo tempo ocasionando atraso na produção dos móveis e conseqüentemente uma perda financeira para a fábrica.

A partir do levantamento de carga, foi possível calcular a potência total utilizada naquele local. Desta forma, o cálculo da demanda máxima pôde ser efetuado, de acordo com a equação 5, tendo como objetivo calcular o maior valor de demanda em um determinado período de tempo, utilizando o fator de demanda industrial, que de acordo com a NTC 841001, sendo apresentado como indústrias diversas, sendo ao equivalente de 36%, e também o fator de potência aproximado para equipamentos sendo equivalente a 1, apresentando assim um resultado de 6,86 kW.

$$D=(CL \cdot FD)/FP \quad (2)$$

Onde:

D – Demanda Máxima (kVA)

CL – Carga ligada (kW)

FD – Fator de demanda



FP – Fator de potência

Na fábrica havia apenas um circuito conectado em um disjuntor monofásico, ocasionando constantemente o desarme do mesmo e conseqüentemente queda de energia, interrompendo o funcionamento das máquinas, gerando assim um prejuízo financeiro ao local. Desta forma, para solucionar o problema, a instalação foi dividida em 18 circuitos, sendo 2 de iluminação, 5 de tomadas específicas, 1 para tomadas 220 V, 6 para tomadas de uso geral e 4 separadas para os circuitos reservas.

Para a proteção da instalação elétrica estabeleceu-se quais seriam os disjuntores adequados para cada um dos circuitos, efetuando o cálculo da corrente, bem como suas cargas (resistivas ou capacitivas) e foi definido o melhor disjuntor. Os disjuntores utilizados nesse projeto foram de 6 A, 10 A, 15 A e 20 A para os circuitos e 60 A para o disjuntor geral.

Através do cálculo da corrente, também foi possível designar os condutores mais adequados para cada caso, sendo constatado que toda a instalação estava utilizando condutores subdimensionados, ou seja na bitola desses cabos, estão passando mais corrente do que suportaria, o que proporcionou uma sobrecarga. Desta forma ocorria um demasiado aumento da potência dissipada nas instalações, ocasionando um aquecimento nos fios, conseqüentemente, a potência nas máquinas era menor do que o esperado, impedindo os equipamentos de operarem de maneira adequada, afetando o rendimento na produção.

Para a correção deste problema, foram dimensionados para a instalação fios de 1,5 mm² para a iluminação, 4 mm² para as tomadas de uso geral (TUG) e determinadas tomadas de uso específico (TUE) e 6 mm² para as TUE restantes.

Após finalizada a análise dos equipamentos, também foi constatado que a fábrica apresentava apenas 8 lâmpadas fluorescentes, portanto o número de lâmpadas era insuficiente para as tarefas realizadas, até mesmo para trabalhos diurnos. Além disto, foi informado pelo proprietário que ocorria uma queima constante nos reatores das lâmpadas utilizadas, fato este ocasionado devido ao elevado número de vezes que ocorriam quedas de energia

Dessa forma observou-se a necessidade da realização de um projeto luminotécnico. Neste, ficou definido a utilização da luminária Phillips DN130B D217 1xLED 20S/830, a qual utiliza uma lâmpada de LED, para as partes internas da fábrica e a RC 132V W30L 120 PSU 1XLED36S/840 NOC, para a parte externa, que apesar de ambas mais caras, se comparadas a compra da lâmpada fluorescente e do reator, apresentam uma diferença estimada de apenas 10% a 15% e fornecem uma maior economia e uma boa durabilidade, portanto, tendo em vista a eficiência energética, é uma opção viável a longo prazo.



As lâmpadas foram distribuídas, de uma forma que haverá melhoria imediata na qualidade de vida e segurança para os funcionários e do trabalho executado através da melhor luminosidade do ambiente. Este número foi definido através do cálculo realizado pelo método de lúmens e norma ABNT NBR 5413, a qual define 300 LUX para áreas de dimensionamento, plainagem, lixamento grosso, aparelhamento semipreciso, colagem folheamento e montagem e 500 LUX para lixamento fino e acabamento, pinturas e acabamento de alta qualidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a concorrência cada vez mais elevada em todos os setores industriais, as empresas devem buscar maneiras de minimizar os custos em sua produção, para que, desta forma, consigam ofertar um melhor preço em seus produtos e serviços. No decorrer do trabalho, foi demonstrado que a energia elétrica é um fator agravante quando se fala em custos altos de uma indústria, sendo assim, foram apresentados projetos para uma melhor eficiência energética.

O projeto elétrico reuniu todas as informações elétricas e metodologias necessárias para a sua elaboração, visando então uma melhor eficiência energética, maior segurança dos trabalhadores e demais pessoas que frequentam o local, mais funcionalidade nas instalações e principalmente uma redução de consumo de energia elétrica.

Além do projeto elétrico, foi apresentado também o projeto luminotécnico, onde foram utilizados indispensáveis métodos de cálculos, para descobrir os melhores pontos para toda a iluminação, levando em consideração todas as funções de cada cômodo, e produzindo luz necessária para o trabalho realizado em cada um deles.

A finalidade deste trabalho foi oferecer maneiras efetivas de reduzir o consumo de energia elétrica no local, conceber um local de trabalho mais perceptível e com maior segurança, através da análise dos dados obtidos e execução de um projeto elétrico e luminotécnico. Desta forma, pretende-se fornecer para a empresa sugestões de mudanças para proporcionar uma economia na conta de luz da fábrica.

Palavras-chave: Eficiência energética, Consumo energético, Redução de custos.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação e ambientes de trabalho, Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de; Interfaces Prediais: Hidráulica, Gás, segurança contra incêndios, elétrica e Telefonia, 2º Edição, São Paulo, Blucher, 2019.

Companhia Paranaense de Energia - COPEL. Manual de eficiência energética na indústria. Paraná, 2018.

Consumo Anual de Energia Elétrica por classe. Empresa de pesquisa energética; disponível em <[http://www.epe.gov.br/pt/publicações-dados-abertos/publicações/consumo-de-energia-elétrica/consumo-anual-de-energia-elétrica-por-classe-\(nacional\)](http://www.epe.gov.br/pt/publicações-dados-abertos/publicações/consumo-de-energia-elétrica/consumo-anual-de-energia-elétrica-por-classe-(nacional))> acesso em 27 de março de 2020

CREDER, Hélio; COSTA, Luís Sebastião. Instalações elétricas. 17ª Edição. Rio de Janeiro: LTC/Grupo Gen, 2015.

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Seminário: O setor produtivo e a energia: questões e soluções na indústria em tempos de crises energéticas, Rio de Janeiro, 2015.

KOWALSKI, F. D.; FERNANDES, F. C.; FARIA, A. C. DE. Análise dos Controles Internos Relacionados às Atividades Ambientais das Cooperativas Catarinenses de Energia Elétrica por meio da Matriz de Importância-Desempenho de Slack. Contabilidade Vista & Revista, v. 21, n. 2, p. 153-177, 28 jun. 2010.



MAMEDE FILHO, João. Instalações elétricas Industriais, 8ª Edição. Rio de Janeiro: LTC/Grupo Gen, 2010.

Norma Técnica Copel – NTC 841001. Projeto de rede de distribuição urbana, Curitiba, dezembro de 1999.

Norma Técnica Copel - NTC 901100. Fornecimento em tensão secundária de distribuição, Curitiba, março de 2020

SALOMÃO, Thais Mazziotti. Eficiência energética: projetos luminotécnicos em plantas industriais. 2010. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Potência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi: 10.11606/D.3.2011.tde-30112010-150117. Acesso em: 29 de maio de 2020.

SILVA, Gustavo Antônio. Gerenciamento de risco de incêndio ativados por eletricidade em sítios históricos. (Mestrado em Engenharia Geotécnica da Universidade Federal de Ouro Preto), Ouro Preto, 2011.

SIQUEIRA, Ethevaldo. Para compreender o mundo digital, 1º Edição, São Paulo: Globo AS, 2008.