



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA
ENGENHARIA ELÉTRICA
TRABALHO FINAL DE CURSO II**

**Yuri Sousa Reis
Thaisa Reis Vilanova**

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO SUPERMERCADO FLOR DO
TOCANTINS E ADEQUAÇÕES ÀS NORMAS VIGENTES**

Trabalho Final de Curso II como parte dos requisitos para a obtenção
do título de bacharel em Engenharia Elétrica apresentado à Pontifícia
Universidade Católica de Goiás

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Msc Luís Fernando Pagotti – Orientador – EENG-PUC Goiás.
Prof. Dr Antônio Marcos Melo Medeiros – EENG-PUC Goiás.
Prof. Msc Carlos Alberto Vasconcelos Bezerra – EENG-PUC Goiás

Goiânia, 07 de dezembro de 2022

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO SUPERMERCADO FLOR DO TOCANTINS E ADEQUAÇÕES ÀS NORMAS VIGENTES

Thaisa Reis Vilanova
Escola de Engenharia -
Engenharia Elétrica,
graduando
PONTIFÍCIA
UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE
GOIÁS,
Goiânia, Brasil
thaisarvilanova@gmail.com

Yuri Souza Reis
Escola de Engenharia -
Engenharia Elétrica,
graduando
PONTIFÍCIA
UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE
GOIÁS,
Goiânia, Brasil
yuricorreioativo91@gmail.com

Luís Fernando Pagotti
Escola de Engenharia -
Engenharia Elétrica,
PONTIFÍCIA
UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE
GOIÁS, Goiânia, Brasil

Antônio Marcos M.
Medeiros
Escola de Engenharia -
Engenharia Elétrica,
PONTIFÍCIA
UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE
GOIÁS, Goiânia, Brasil

Carlos Alberto V.
Bezerra
Escola de Engenharia -
Engenharia Elétrica,
PONTIFÍCIA
UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE
GOIÁS, Goiânia, Brasil

Abstract — This work aimed to develop the design of a new electrical infrastructure for the building Flor do Tocantins Supermarket, that is located in Aparecida de Goiânia - GO. Through the study and understanding of the current norms, was verified the necessity to elaborate a lighting project, approaching through the lumens method, with the intention of determining the quantity of luminaires necessary for all environments; electrical installations, including surveys of loads and demands, sizing of conduits and conductors and division of circuits. Through the results obtained, it was possible to insert new loads into the installation, such as modern refrigeration systems and machinery in the bakery industry.

Keywords — Energy efficiency; Energy management; Electrical installations; Luminescence; Supermarket.

Resumo — Este trabalho teve como objetivo desenvolver o projeto de uma nova infraestrutura elétrica para a edificação onde situa-se o Supermercado Flor do Tocantins em Aparecida de Goiânia – GO. Através do estudo e entendimento das normas vigentes, verificou-se a necessidade de elaboração de projeto lumínico, abordando através do método dos lumens, com o intuito de determinar a quantidade de luminárias necessárias para todos os ambientes; instalações elétricas, contemplando levantamentos de cargas e demandas, dimensionamento dos condutos e condutores e divisão de circuitos. Através dos resultados obtidos, possibilitou-se a inserção de novas cargas a instalação, como modernos sistemas de refrigeração e maquinários na indústria de panificação.

Palavras Chaves — Instalações elétricas; Dimensionamento elétrico; Luminescência; Supermercados; Normas técnicas para instalações elétricas.

I - INTRODUÇÃO

O setor de supermercados representa um ponto de comércio fundamental para a sociedade. Nestes ambientes são

comercializados desde produtos industrializados em todo território nacional até alimentos produzidos localmente. Tais empresas contribuem para o crescimento do comércio e a geração de empregos nas cidades. Realizam grandes transferências financeiras diariamente e constituem um setor de bastante relevância para a economia. Desta forma, percebe-se a importância de uma administração eficiente para a gestão desse tipo de empresa.[1]

A administração de um supermercado, precisa considerar diversos fatores para o desempenho adequado de suas atividades. A questão tecnológica destaca-se entre esses fatores. O uso de recursos tecnológicos contribui, por exemplo, para a promoção de uma gestão eficiente, apta a registrar todas as operações financeiras realizadas pela empresa, controlar o estoque e logística de seus produtos, assim como ter recursos tecnológicos para garantir um bom atendimento e a segurança dentro do ambiente. [2]

Nesse contexto, o supermercado Flor do Tocantins apresenta uma gestão administrativa voltada para a modernização tecnológica de suas instalações, em especial o setor elétrico. Este supermercado sofreu várias intervenções para atualizações na sua edificação, desde sua construção em 1990. Nota-se que toda edificação, com o decorrer do tempo, pode sofrer deteriorações, as quais muitas vezes não se encontram visíveis, estando a instalação elétrica sujeita a esse tipo de patologia. A Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel) é uma das instituições nacionais que apresentam dados relativos ao cenário de acidentes de origem elétrica. E seu anuário de 2020, foi contabilizado, a nível nacional, 1.502 acidentes de origem elétrica, destacando-se a ocorrência de 583 incêndios gerados por sobrecarga e curto-circuito. [3]

Acrescenta-se à importância de uma instalação elétrica corretamente dimensionada, a preservação de alimentos e produtos no interior de um supermercado. Tais produtos possuem curta validade e alta sensibilidade a parâmetros físicos tais como temperatura, umidade e contato desses com agentes químicos que possam vir a danificar ou comprometer a integridade ou qualidade dos produtos. A Associação

Brasileira de Supermercados (ABRAS), através de seu Fórum de Prevenção de Perdas, traz à sociedade levantamentos a respeito das fontes geradoras de desperdícios presentes em supermercados. Entre os elementos dessa discussão, podemos apontar como fontes para perdas em supermercados, as eventuais falhas de origem elétrica que resultem em defeitos na operação de equipamentos e inconformidades nas condições de armazenamento de alimentos, por exemplo. [4] [5]

As instalações elétricas de baixa tensão representam o meio de ligação entre as fontes distribuidoras de energia elétrica (concessionárias locais) e a carga (equipamentos elétricos de utilização final). Quando se trata da segurança de seus usuários e do patrimônio de uma empresa, a segurança será garantida com a elaboração de um projeto elétrico em concordância com as normas vigentes e com a utilização de produtos de qualidade. Faz-se necessário também a contratação de profissionais qualificados e o uso de técnicas de execução adequadas para a realização de obras e serviços. [6] a [11]

Acredita-se, que, por desconhecimento, a maioria das pessoas não tenha consciência a respeito da importância de um projeto elétrico para a segurança de uma instalação. Estende-se também aos proprietários de pequenos e médios negócios no Brasil, a impressão errônea de que a contratação de profissionais especializados (engenheiros e arquitetos) representa um custo elevado e desnecessário.

Contudo, um projeto elétrico bem elaborado certamente garantirá a redução de riscos de choques elétricos para pessoas e equipamentos, significando também um recurso estratégico para a segurança no uso da energia elétrica pela empresa, além do fornecimento de funcionalidades inovadoras durante o atendimento aos clientes. Percebe-se, então, a importância e os benefícios que um planejamento preliminar pode gerar à instalação elétrica de uma estrutura em termos de segurança e recursos financeiros. Tal análise deve ser sempre considerada durante a elaboração de projetos de reformas ou construção de novos empreendimentos.

O objetivo desse artigo é desenvolver um projeto de uma nova infraestrutura elétrica para atender às necessidades atuais e futuras do supermercado, perante as regulamentações vigentes. Elaborar análise e projeto luminotécnico através da substituição de lâmpadas, atualização e mudança de cabeamento e quadros de luz, visando a redução do consumo de energia elétrica. Dessa forma, pode-se também aumentar a segurança para as pessoas e equipamentos da instalação.

A seguir são descritos os objetivos específicos definidos a serem abordados para contemplar este artigo:

- Analisar a planta elétrica elaborada na construção do prédio, verificar as mudanças feitas ao longo dos anos;
- Fazer levantamento de carga e das mudanças de layout que influenciam na parte elétrica;
- Verificar índices de iluminância, com base na ABNT NBR 8595-1;
- Elaboração do projeto de instalação elétrica da edificação contemplando:

- Levantamento do quadro de carga;
- Dimensionamento de condutores e circuitos;
- Levantamento de lâmpadas;
- Memorial Descritivo;

II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo trata-se do referencial teórico que orientou o trabalho, mostra o embasamento bibliográfico utilizado, a fim de melhorar a compreensão do tema.

A) ESTATÍSTICAS E RISCOS DE ACIDENTES EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O registro de ocorrências por instituições com credibilidade fornecem um cenário para a real percepção da sociedade acerca de uma área de pesquisa ou interesse. Nesse sentido, tomaremos como referência o Anuário Estatístico Abracopel 2020 a respeito de acidentes envolvendo eletricidade no ano de 2019. Este documento menciona que as causas mais comuns relacionadas a acidentes envolvendo energia elétrica são geradas devido a soluções improvisadas e desprovidas de garantia de segurança (popularmente conhecidas como “gambiarras elétricas”), falta de atualização de instalações elétricas antigas, falta de manutenção nas instalações e falta de orientação a funcionários que executam trabalhos com energia elétrica.

Portanto, fica clara a importância de um planejamento adequado para a elaboração de uma instalação elétrica, uma vez que essa pode apresentar riscos de acidentes, os quais podem resultar em danos à saúde de pessoas e prejuízos à estrutura de empresas.

B) INSPEÇÃO

A inspeção visual é uma investigação sucinta que está presente nas instalações elétricas de uma determinada edificação, essa prática tem como objetivo investigar a existência dos equipamentos básicos para proteção contra choques elétricos, sobretensão, sobrecorrente, entre outros fatores exigidos pela norma, sempre com objetivo de garantir o integral funcionamento da instalação.

A inspeção de uma instalação elétrica deve ser iniciada pelo ponto de entrada da concessionária e, em seguida, pelos quadros elétricos, onde se concentram a maior parte dos dispositivos das instalações elétricas.

C) PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Sobre projeto das instalações elétricas temos que: é a previsão escrita da instalação, com todos os seus detalhes, a localização dos pontos de utilização da energia elétrica, os comandos, o trajeto dos condutores, a divisão em circuitos, a seção dos condutores, os dispositivos de manobra, a carga de

cada circuito, a carga total etc. De um modo geral, o projeto compreende quatro partes:

a) Memória — onde o projetista justifica e descreve a sua solução.

b) Conjunto de plantas, esquemas e detalhes — onde deverão constar todos os elementos necessários à perfeita execução do projeto.

c) Especificações — onde se descrevem as características técnicas do material a ser usado e as normas aplicáveis.

d) Orçamento — onde são levantados a quantidade e o custo do material e da mão de obra.

Para a execução do projeto de instalações, o projetista necessita de plantas e cortes de arquitetura, além de saber o fim a que se destina a instalação, os recursos disponíveis, a localização da rede mais próxima e quais as características elétricas da rede (aérea ou subterrânea, tensão entre fases ou fase-neutro etc.).

Inicia-se o projeto dimensionando e posicionando os pontos de consumo na seguinte ordem: iluminação, tomadas de uso geral, tomadas de uso específico, em seguida faz-se a divisão dos circuitos, o cálculo das cargas de cada circuito, alocação dos quadros de distribuição, definição do método de instalação dos condutores, o cálculo da bitola dos condutores, o dimensionamento dos condutos, o dimensionamento dos dispositivos de proteção e o dimensionamento dos circuitos alimentadores.

D) NORMAS APLICÁVEIS E SEGURANÇA EM SERVIÇOS ELÉTRICOS

Assim como outras instalações de uso específico, supermercados precisam atender um conjunto de normas desenvolvidas para sua área. Por exemplo, a Secretaria de Estado de Saúde do estado de Goiás, através da portaria 1288/55, estabelece a norma técnica de comercialização de alimentos, a qual trata de condições que assegurem a salubridade de um estabelecimento de comércio de alimentos. Com base nesta norma, o engenheiro eletricista deve manter-se atento às condições de aparelhos como freezers e estufas de aquecimento para alimentos. [12]

Tratando-se, neste momento, a respeito da legislação referente a instalações elétricas, principalmente em temas relacionados à segurança e à redução de riscos de acidentes elétricos, destacam-se as normas reguladoras NR-10 e NR-12 e a norma brasileira NBR-5410. Tais recomendações precisam ser colocadas em prática a fim de garantir a segurança das pessoas dentro do estabelecimento. [13] [14]

A norma NR-10 visa contemplar medidas de controle e proteção coletivas e individuais relacionadas às atividades industriais utilizando direta ou indiretamente energia elétrica, desde a geração até os componentes de consumo.

Para isso, pede-se uma inspeção da instalação a fim de se realizar a representação do sistema elétrico da empresa, o qual

será expresso pelo desenho técnico de diagramas unifilares, evidenciando os componentes elétricos da instalação. Associado a esse mapeamento da instalação elétrica, a norma exige que a empresa reúna um conjunto de documentos que garantam a segurança da instalação elétrica. Esses documentos devem ser reunidos e postos à disposição dos órgãos fiscalizadores dentro de um Prontuário de Instalação Elétrica (PIE). A NR-10 trata também a respeito da operação de desenergização elétrica e, caso não seja possível, realiza-se a implantação de medidas de proteção coletiva tais como o isolamento das partes vivas, instalação de barreiras e sinalização para impedir a aproximação e o contato das pessoas.

A NR-12, por sua vez, dedica-se a garantir a integridade física dos funcionários e é de responsabilidade do empregador. Apresenta ao empregador a necessidade de se aplicar na instalação elétrica medidas de proteção individual e coletiva, assim como a realização da orientação e a capacitação dos funcionários da empresa a fim de garantir o uso correto dos equipamentos da empresa.

A norma brasileira NBR-5410 destina-se a instalações prediais, públicas, comerciais e industriais, todas operando com tensão alternada e inferior a 1000V ou tensão contínua inferior a 1500V. Essa norma estabelece, assim, as condições adequadas para o funcionamento dessas áreas, apresentando aos funcionários da empresa informações detalhadas acerca dos procedimentos que devem ser seguidos, os equipamentos e componentes utilizados em suas atividades, além de temas como a distribuição dos circuitos elétricos na instalação, as dimensões físicas do local de trabalho, a manutenção e proteção contra choques elétricos.

Essas práticas têm como objetivo oferecer um ambiente de segurança para os funcionários diante dos riscos coletivos presentes nas atividades envolvendo energia elétrica. Por fim, esta norma ressalta a importância de se realizar inspeções e correções na instalação, garantindo a segurança da instalação por meio do funcionamento adequado dos equipamentos utilizados na empresa.

E) ILUMINAÇÃO

Levantar a potência necessária para os componentes luminosos a fim de garantir uma iluminação adequada ao tipo de atividade desenvolvida em cada área da instalação. Dessa forma, faz-se uma consulta ao projeto arquitetônico da instalação e caracteriza-se a atividade desenvolvida em cada área. Em seguida, realizamos uma consulta à norma referente à iluminação de ambientes (BR 5413). E, com base nessa norma e a área de cada ambiente projetado, registra-se a taxa de iluminação (lux) mínima para aquele ambiente. [15]

Em seguida, realiza-se uma pesquisa para fazer o levantamento dos equipamentos necessários para uma iluminação adequada referente a cada ambiente, visando

modelos com maior produção de lux em relação a potência utilizada. Após a escolha dos equipamentos, registra-se o valor de potência dos componentes para se dimensionar os condutores e elementos de proteção elétrica dos circuitos de alimentação, os quais são nomeados por números. A organização de tais circuitos é feita a fim de facilitar a identificação e manutenção de cada circuito.

Por fim, são posicionadas caixas de passagem para alocar as conexões dos componentes elétricos, assim como os pontos de interruptores e o detalhamento dos tipos de cabos (fase, neutro, proteção) presentes nos eletrodutos. Isso permite o estudo de passagem e dimensionamento de condutores elétricos através dos eletrodutos e cabos.

III - METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

A) CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O supermercado é uma empresa com construção de trinta anos, sua instalação elétrica possui uma mescla de equipamentos e componentes antigos. Diante disso, o principal alvo do estudo será inspecionar as instalações elétricas do supermercado de acordo com as especificidades presentes nas normas NR 10, NBR 5410:2004, NBR 5419/2015 e a NBR 8995-1 e, posteriormente, realizar um projeto para reforma das instalações elétricas que forem necessárias. [16] [17]

A empresa possui 10 ambientes que funcionam praticamente todos os dias nos três turnos do dia e atende uma média de 250 clientes por dia.

Por se tratar de uma edificação antiga que não possui planta baixa atualizada, fez-se necessário medir de todos os ambientes. Tal levantamento foi utilizado para realizar o adequado dimensionamento e posicionamento dos elementos de iluminação, tomadas de uso geral (TUG) e de uso específico (TUE).

B) ATUAL CONDIÇÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Desde a sua construção em 1990, as instalações elétricas da edificação sofreram vários acréscimos, mas poucos reparos e grande parte dos componentes ainda em utilização são obsoletos e não atendem às normas vigentes. Vale ressaltar que a empresa não possui qualquer projeto ou diagrama unifilar que permita identificar a divisão dos circuitos ou a capacidade dos elementos que compõem as instalações elétricas, como disjuntores e condutores. O levantamento e caracterização das condições atuais das instalações elétricas do supermercado inicia-se pela subestação e local de medição.

A unidade transformadora de tensão instalada no ponto de fornecimento de energia elétrica realiza o rebaixamento da tensão de 13,8 kV para 380/220 V. Com relação ao estado da caixa de passagem subterrânea, ela se encontra com uma grande quantidade de cabos, os quais não estão devidamente identificados nem por cor nem por anilhas. O quadro geral de

baixa tensão é ilustrado na figura 1. Este foi instalado no ano de 2008 e com o aumento da carga ao longo do tempo foram feitas alterações sem nenhuma documentação técnica. A carcaça do quadro está em péssimo estado de conservação e os espaços para disjuntores reservas não estão protegidos. Na inspeção visual realizada no interior do quadro geral de iluminação e tomadas, verificou-se que não há organização dos condutores, a coloração da proteção dos condutores não respeita uma padronização e mais uma vez não há condutores destinados à proteção (aterramento).



Figura 1 - Quadro geral de baixa tensão

Não foi possível obter imagens de outras partes dos condutores que saem destes quadros e compõem os circuitos que alimentam as lâmpadas e tomadas, pois o espaço entre o forro e o telhado não permite que haja acesso ao interior. Por não existir qualquer registro de substituição dos condutores posterior à construção da empresa em 1990, acredita-se que estes ainda em funcionamento datam daquela época. Por fim, destacamos a importância de um acabamento atencioso e qualificado. As figuras 2, 3 e 4 fazem referência a esse aspecto importante para uma construção civil. Tais figuras exemplificam situações em que os condutores da instalação são dispostos externamente, desorganizados e sem a proteção. Esta condição possibilita torções nos cabos e cortes na camada de isolamento desses. A disposição desorganizada e eventuais ameaças físicas à integridade dos cabos condutores, dificulta o acesso dos funcionários ao ambiente, além da manutenção e limpeza do mesmo. Destaca-se também o risco de eventuais choques elétricos aos colaboradores e equipamentos do ambiente para o caso de condutores com isolamento danificado e regiões de conexão (derivação e tomadas) com o devido acabamento da estrutura.



Figura 2 - Derivação de circuito exposta



Figura 3 - Condutores expostos



Figura 4 - Tomadas sem a devida fixação

C) ILUMINAÇÃO

Foi realizado um levantamento das características físicas das instalações existentes na edificação, a partir do qual foram compreendidas as partes de: estrutura do ambiente,

informações acerca das luminárias, lâmpadas e reatores existentes, horários de funcionamento do estabelecimento e equipamentos, registros fotográficos e um diagnóstico do sistema de iluminação de toda a edificação do supermercado. Esta análise faz-se necessária a fim de se conhecer a real potência instalada e as reais necessidades e condições da estrutura do estabelecimento. Durante esse diagnóstico inicial, utilizou-se o aplicativo Medidor de Luz, do desenvolvedor *O2 LED Illumination*, para Android, a fim de estimar o fluxo luminoso presente nos recintos do supermercado. A escolha da utilização do aplicativo justifica-se devido a sua facilidade de utilização e disponibilidade deste software pelo desenvolvedor aos aparelhos smartphones, presentes no dia a dia das pessoas. Acrescenta-se ainda que, ao comparar os valores lidos dessa maneira, nota-se que os mesmos apresentaram valores próximos aos comparados com um Luxímetro digital. Conforme o cenário citado, foram efetuadas uma bateria de leituras, a fim de determinar o erro do aparelho e incluir o mesmo nos resultados lidos. Assim, essa abordagem permitiu verificar que os níveis atuais de iluminância da instalação. O resultado dessa observação revelou que esses níveis se encontram com valores abaixo daqueles recomendados por norma, como pode ser observado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Níveis de iluminância atuais e recomendados para a instalação

Horário (h)	Iluminância [lux]	
	Atual	Recomendado
7	184,8	264
9	189	270
11	204,4	292
13	302,4	432
15	269,5	385
17	213,5	305
19	148,4	212
20	144,9	207
22	136,5	195

A inspeção visual destinada às luminárias revelou que o sistema de iluminação apresenta disposições e orientações equivocadas. A organização atual não oferece uma condição satisfatória para o fornecimento adequado de fluxo luminoso aos clientes e funcionários da instalação. Diante deste cenário, realiza-se o dimensionamento dos equipamentos de iluminação a partir da recomendação de lúmens estabelecida pela norma ABNT NBR 8995-1:2013 para cada tipo de ambiente e funcionalidade deste local. Dessa forma, classifica-se cada região da instalação de acordo com o tipo de atividade desempenhada neste recinto e seu nível de fluxo luminoso necessário.

Nesse sentido, o cálculo do fluxo luminoso necessário para satisfazer as determinações da norma de cada ambiente inicia-se com a determinação do índice do recinto, este valor depende dos valores de largura e comprimento do ambiente, assim

como a altura na qual a luminária será instalada. Para este estudo, apresenta-se como exemplo a análise luminotécnica da área de padaria do supermercado. Ao final da análise obtém-se o número de luminárias necessárias ao ambiente. As dimensões do local analisado são: área de 24,88 m², largura de 5,48m, comprimento de 4,54m, pé direito de 3,35m e altura da área de trabalho de 0,35m.

Nesse ambiente serão instaladas luminárias fixadas a 3m do chão. Diante disso, o índice do recinto é expresso pela equação 1, abaixo.

$$K = \frac{5,48 \times 4,54}{(3-0,75) \times (5,48+4,54)} = 1,1 \quad \text{eq(1)}$$

Com base nesse valor, é possível encontrar o fator de utilização u , comparando-o aos valores pré-definidos nas tabelas disponibilizadas pelos fabricantes. Este valor, em épocas passadas, era condicionado ao tipo de luminária utilizada no recinto. Com o surgimento da tecnologia das lâmpadas de tubo LED, as luminárias passaram a exercer somente o papel de suporte para as lâmpadas. Dessa maneira, o valor do fator de utilização está atrelado diretamente à lâmpada que será utilizada no ambiente, dimensões do recinto e informações da pintura e condições das paredes, tetos e pisos.

Para os ambientes do supermercado, optou-se pela utilização de lâmpadas TUBO LED PRO PC e BULBO LED G5, com temperatura de cor branco-neutro, já que se aconselha essa tonalidade para contribuir na redução da sonolência.

Os modelos citados são do fabricante *Intral* e a escolha das mesmas justifica-se por apresentarem elevados valores de fluxo luminoso e eficiência, além de possuírem Selo Procel. Além disso, o próprio fabricante disponibiliza para seus clientes os testes fotométricos, entre os quais constam as tabelas do fator de utilização das lâmpadas LED.

Assim, levando em consideração que o ambiente apresenta teto na tonalidade branca, paredes médias e piso escuro, através da equação 2 abaixo, por interpolação, entre os valores de $K=1,00$ e $K=1,25$, determinou-se o real valor do fator de utilização.

$$\frac{1-1,5}{(0,46-0,53)} = \frac{1-1,1}{(0,46-u)} \quad u = 0,474 \quad \text{eq(2)}$$

Normalmente é esperado para um supermercado um fluxo luminoso entre 500 e 1000 Lux. Além disso, por tratar-se de um ambiente de armazenamento de alimentos, os ambientes são limpos regularmente, considera-se assim um valor de fator de depreciação de pelo menos 0,8. Desse modo, com base na equação 3 abaixo, o fluxo luminoso requerido para este ambiente é de 1457,66 lúmens.

$$\Phi = \frac{24,88-500}{(0,474-0,8)} = 1457,66 \text{ Lúmens} \quad \text{eq(3)}$$

Portanto, como cada lâmpada TUBO LED PRO PC, apresenta um valor de fluxo luminoso de 2100 lm, para o ambiente da padaria faz-se necessária a utilização de 01 luminária, como pode ser observado na equação 4 abaixo.

$$nl = \frac{1457,66}{2100} = 0,69 \quad \text{eq(4)}$$

Por analogia, realiza-se o mesmo procedimento para o cálculo relacionado à iluminação dos demais ambientes. O número de luminárias resultante para cada região do supermercado está expresso pela tabela 2.

A fim de simplificar os cálculos, para os demais ambientes foi desenvolvido um algoritmo no software Scilab. O mesmo calcula o número de luminárias ao ser alimentado com as informações do recinto. Os resultados encontrados para os demais ambientes estão listados na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 - Quadro descritivo relativo aos circuitos de iluminação do estabelecimento

Ambiente	Iluminância conforme ABNT 5995 (LUX)	Luminárias						Dimensão do Ambiente LxAxC	Potência Instalada(W)
		Montagem	Temperatura de cor(K)	Fluxo luminoso(lm)	potencial(W)	Quantidade Calculada	Quantidade utilizada		
Supermercado	500	LED 2x18	4000	183872	36	43,78	44	19,78x3,35x11,75	1584
Açougue	500	LED 2x18	4000	23906	36	5,69	6	5,1x3,35x3	216
Sala Empacotamento	500	LED 2x18	4000	48092	36	11,45	12	5,1x3,35x8,6	432
Sala Panificação	500	LED 2x18	4000	53294	36	12,69	13	5,85x3,35x8,6	468
Deposito Panificadora	100	LED 2x18	4000	3854	36	0,917	1	3,7x3,35x3	36
Deposito Geral	100	LED 2x18	4000	6430	36	1,53	2	5,95x3,35x4,15	72
Câmara Fria	500	LED 2x18	4000	26810	36	6,38	7	4,3x3,35x4,15	252
Banheiro	200	LED 2x18	4000	6935	36	1,65	2	4,3x3,35x2	72
Corredor 1	100	LED 2x18	4000	5201	36	1,23	2	8,6x3,35x1,5	72
Corredor 2	100	LED 2x18	4000	2661	36	0,63	1	3,3x3,35x2	36
Total de LÂMP. BL-168 HF 18W (09212)							90	Potência Instalada (W)	3240

Em comparação com o cenário atual, no projeto luminotécnico foi necessário aumentar o número de lâmpadas e luminárias para satisfazer principalmente as diretrizes impostas pela norma. Isso resulta, assim, em um aumento no nível de iluminação presente nos ambientes. Todavia, mesmo com esse acréscimo, nota-se que o valor total da potência instalada diminuiu cerca de 57%, devido à escolha de equipamento de iluminação mais eficientes. Assim, o novo projeto para o sistema de iluminação proporciona aumento na eficiência luminosa e na vida útil do mesmo. Esse cenário torna evidente que um projeto atencioso às normas e novas tecnologias pode fornecer, além de segurança e adequação à legislação, uma estrutura mais eficiente e econômica ao estabelecimento.

D) PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Como descrito anteriormente, a atual situação das instalações elétricas da empresa, a infraestrutura elétrica do supermercado não oferecia condições para que novas cargas fossem agregadas à instalação com segurança. Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um projeto de uma nova infraestrutura elétrica, uma vez que a estrutura como um todo estava defasada. Esse projeto foi concebido prevendo o aumento de carga, além de prever tomadas de uso específico (TUE 's) nas situações necessárias e maior número de tomadas de uso geral (TUG 's), para atender às necessidades diárias dos usuários.

Esse projeto ainda dispõe dos benefícios agregados por um projeto luminotécnico eficiente, isto possibilita a modernização do sistema de iluminação e a redução da potência instalada do mesmo, conseqüentemente diminui os gastos com energia e manutenção.

E) PREVISÃO DE CARGA DO PROJETO

Para a carga estimada no projeto, foi levado em consideração tanto o número, quanto a potência de lâmpadas, luminárias, TUG's e TUE's dispostas nos ambientes pertencentes à edificação. As tomadas de uso geral foram dispostas pelos recintos conforme orientação da norma ABNT NBR 5410:2008.

Nos ambientes de vendas, e área administrativa, foram espaçadas tomadas a cada cinco metros de fração de perímetro. Nos saguões e corredores, foi respeitada a orientação de, no mínimo, uma tomada. Na sala de produção e panificação e na sala de empacotamento, o espaçamento ocorreu a cada três metros e meio do perímetro. Já nos demais ambientes foram espaçadas conforme necessidade das operações do estabelecimento. Dessa maneira, a tabela 3 abaixo apresenta a quantidade de tomadas dispostas pela edificação atualmente, com suas respectivas potências. Já a Tabela 4, apresenta a nova proposta relativa aos circuitos de força.

Ainda dentro deste contexto, foram previstos 4 circuitos reservas, de 1000W cada, totalizando 29.597W de potência instalada na edificação.

Tabela 3 - Quadro descritivo inicial relativo aos circuitos de força (TUG e TUE) do estabelecimento

Tomada	Utilização	Quantidade	Potência total (W)
100	TUG	140	14000
210	TUG	10	2100
600	TUG	2	1200
1500	TUE - forno elétrico	1	1500
500	TUE - forno gás	2	1000
100	TUE - Masseur	1	100
2110	TUE - Ar condicionado	2	4220
2237	TUE - Câmara fria	1	2237
Total			26357

Tabela 4 - Quadro descritivo final relativo aos circuitos de força (TUG e TUE) do estabelecimento

Tomada	Utilização	Quantidade	Potência total (W)
100	TUG	220	22000
210	TUG	46	9660
600	TUG	9	5400
1500	TUE - forno elétrico	1	1500
500	TUE - forno gás	2	1000
100	TUE - Masseur	1	100
2110	TUE - Ar condicionado	2	4220
2237	TUE - Câmara fria	1	2237
Total			46117

F) PREVISÃO DE DEMANDA DO PROJETO

Para realizar o dimensionamento foi necessário considerar fatores de demanda nos circuitos terminais. Esses fatores de demanda foram aplicados ao projeto para determinar a potência aparente total.

Cada carga contém informações que foram aplicadas no dimensionamento dos circuitos terminais. A Tabela 5 apresenta os fatores de demanda utilizados para a carga estimada no projeto.

Tabela 5 - Quadro com os fatores de demanda presentes na instalação

Item	Descrição	Potência (kVA)	Fator de demanda (Fd)
1	Iluminação	3,24	1
2	TUG	37,06	1
3	Forno elétrico	1,5	0,8
4	Forno gás	1	0,75
5	Masseur	0,1	0,8
6	Ar condicionado	4,22	1
7	Câmara fria	2,237	0,8

Assim, a potência demandada pela edificação pode ser calculada conforme a equação 5 abaixo, formada a partir dos fatores de demanda expressos anteriormente. Tal equação é formada a partir dos valores de potência ativa e fator de potência referente a seus respectivos circuitos e quadros constituintes da edificação.

$$D = \sum_1^7 (P_i \cdot F_{di}) = 44,1228 \text{ [kVA]} \quad \text{eq(5)}$$

G) CIRCUITOS

Para esta produção, foram dispostos Quadros de Distribuição (QD) individuais por recinto. Assim, os circuitos foram divididos por regiões (exemplo: em frente ao açougue, região dos caixas), facilitando o seccionamento em situações de falhas ou manutenções.

Diante disso, os circuitos foram divididos nos QDs separando os mesmos em: iluminação, tomadas de uso geral e

tomadas de uso específico. Ainda dentro desse contexto, os 5 circuitos de iluminação, foram fracionados de forma que os recintos pudessem aproveitar da melhor maneira possível a contribuição de luz natural no decorrer dos dias. As luminárias próximas às janelas e portas foram adicionadas a um dispositivo de desligamento independente do restante. Essa estratégia reduz a necessidade de iluminação artificial em momentos que a luz natural, sendo suficiente para suprir a iluminância necessária no plano de trabalho.

H) DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

Através da norma ABNT NBR 5410:2008, foi determinada a Maneira de Instalar como B1 - condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira, uma vez que serão utilizados eletrodutos, e os mesmos serão instalados sobre o forro, para os pontos de iluminação e tomadas dos projetores. Já para os demais pontos de tomadas serão utilizados eletrodutos do tipo aparente em Policloreto de Vinila (PVC), fixados sobre a parede, assim como os condutores de tomadas e interruptores conforme indicações observadas no projeto.

É importante observar que os eletrodutos sempre deverão ser instalados de modo a não formar cotovelos, uma vez que isso prejudica a posterior passagem dos condutores elétricos, além disso, em nenhuma hipótese são permitidas emendas dos condutores dentro do eletroduto.

Os condutores adotados no projeto foram de material cobre, com tensão de isolamento 450/750V e 0,6/1kV, ambos com isolamento PVC e características de não propagação e auto extinção do fogo, resistentes a temperaturas máximas de 70°C em serviço contínuo, 100°C em sobrecarga e 160°C em curto-circuito, conforme orientações da norma ABNT NBR 5410:2008. Durante a instalação, é importante que todas as linhas elétricas sejam identificadas com anilhas e numeradas conforme o número do circuito e seu respectivo Quadro de Distribuição, facilitando sua identificação para futuros trabalhos de manutenção na instalação elétrica. Além disso, os condutores serão diferenciados conforme o seu uso final. Diante disso, a tabela 6 especifica as cores utilizadas para as diferentes aplicações dentro do projeto.

O dimensionamento dos circuitos baseia-se nas grandezas às quais os circuitos são submetidos. Conforme orientações da norma ABNT NBR 5410:2008, para os condutores de circuitos de força, foi adotada a bitola mínima de 2,5 mm² e circuitos de iluminação 1,5 mm². Todavia, foram calculadas as bitolas para os circuitos, verificando se era necessário que algum tivesse uma dimensão superior.

I) PROTEÇÃO

Para a proteção dos circuitos foram utilizados dispositivos que promovem a interrupção da passagem de corrente por meio

de seu seccionamento. Dessa maneira, foi especificada a utilização de disjuntores unipolares e tripolares, termomagnéticos, uma vez que esses dispositivos protegem os circuitos de correntes de curto-circuitos e de sobrecarga. Assim, as correntes nominais desses dispositivos foram determinadas com base na corrente de projeto do circuito, e a capacidade de condução das correntes nas condições prescritas pela NBR 5410.

Outro dispositivo proposto para prover proteção foi o DR, aplicado em cada quadro e nos circuitos que possuem pontos de utilização com áreas molhadas, tomadas externas ou que possam servir de utilização para alimentar equipamentos em áreas externas, conforme orientações da ABNT NBR 5410:2008. Assim, esses equipamentos foram dispostos de modo a proteger determinados grupos de circuitos, a fim de promover proteção em caso de choques elétricos acidentais. Dessa maneira, os DR 's especificados são bipolares e tripolares com tensão de 220 V e 380 V respectivamente, com corrente de disparo de no mínimo de 30 mA.

Além dos dois dispositivos anteriormente citados, foi especificada a utilização de DPS de 275 V - 80 kA, classe II, para proteger as instalações elétricas e equipamentos contra picos de tensão, geralmente ocasionados por descargas atmosféricas na rede de distribuição de energia elétrica. Esses dispositivos foram dispostos nos quadros de distribuição, instalados entre fase e terra.

IV - CONCLUSÕES

O estudo desenvolvido neste trabalho permite orientar a comunidade de pequenos negócios, a importância da realização de uma análise acerca das condições de infraestrutura encontradas em muitos estabelecimentos comerciais do Brasil. Muitos destes possuem uma história que se inicia como pequenos estabelecimentos e sujeitos a instabilidades e necessidades de alterações inesperadas em sua estrutura.

Esses comércios têm seu crescimento impulsionado à medida que seu negócio apresenta crescentes demandas dos clientes por produtos e serviços, atendimento de compromissos legais (normas de legalização do centro comercial), além do aperfeiçoamento de suas operações em termos logísticos, energéticos e econômicos.

Toda a abordagem apresentada neste trabalho buscou promover através de um estudo dirigido, uma visão acerca das condições da instalação elétrica de um estabelecimento comercial, muito comum nas cidades brasileiras. A precariedade das instalações encontradas não é uma ocorrência incomum. Pequenos e médios negócios tendem a ser hipossuficientes em assuntos de engenharia e segurança. Em parte, porque os proprietários têm a impressão equivocada de que a elaboração de um projeto elétrico e a documentação técnica adequada das suas futuras ampliações são gastos elevados e sem retorno financeiro.

A Associação Brasileira de Conscientização para os perigos da Eletricidade (Abracopel), alertou a respeito da importância deste tema, apontou em seu anuário de 2022, estatísticas, gráficos e infográficos a fim estimular a análise pela sociedade civil, agentes econômicos e poder público. Isso objetiva promover boas práticas que garantam a segurança da instalação elétrica e a prevenção de acidentes com eletricidade e, conseqüentemente, acidentes graves e perdas significativas para a economia.

Nesse sentido, este trabalho oferece sua colaboração para a literatura deste tema, fundamentando a importância da elaboração de um projeto elétrico e de iluminação a partir da análise de caso nesse tema para pequenos e médios supermercados. Este trabalho também pode servir de referência para pequenas e médias instalações comerciais em geral. E configura-se também como guia referencial para a divulgação das boas práticas de instalações elétricas em casos de hipossuficiência técnica.

Neste guia verificou-se, inicialmente, a organização de toda instalação elétrica. Nesta atividade foram listadas diversas dificuldades apresentadas pela instalação, entre as quais podemos listar: dificuldade de localização de QD's e identificação de circuitos; dificuldade de operação junto a esses QD's; documentos e desenhos técnicos (layouts) de descrição da instalação elétrica desatualizados; dificuldade de identificação e correção de eventuais falhas.

A análise luminotécnica evidenciou a necessidade de redimensionamento da iluminação do estabelecimento. Fez-se, então, um novo levantamento de luminárias e divisão de circuitos para o estabelecimento. O atendimento às normas da NBR 5410, por sua vez, orientaram um novo dimensionamento seguro para os circuitos de TUG's e TUE's mediante as necessidades do supermercado. Finalmente, foram determinados fatores de interesse para o planejamento da instalação tais como a previsão de demanda dessa, assim como a divisão dos circuitos, dimensionamento de condutores e equipamentos de proteção. Dessa forma, assegura-se a segurança e a perspectiva de um desempenho satisfatório para a instalação mesmo diante de futuras necessidades de manutenção e ampliação do estabelecimento.

Todas essas adversidades podem ser justificadas devido a falhas de atualização no planejamento da infraestrutura e necessidades de adicionar novos equipamentos à estrutura do estabelecimento. A proposta de um novo projeto para a instalação, ajustado às normas vigentes e práticas de eficiência energética, permite, então, verificar as vantagens desse tipo de projeto e como um estabelecimento comercial típico pode aperfeiçoar a segurança e o desempenho de sua estrutura e obter ganhos econômicos com esse tipo de implementação.

O projeto luminotécnico, por exemplo, mostra medidas mais eficientes a serem implementadas em instalações comerciais. O uso de equipamentos com luminescência eficiente, dimensionados de acordo com a sua norma referente,

e associados a equipamentos de automação, permitem uma operação eficiente e com recuperação do nível de iluminação recomendado.

O dimensionamento correto de condutores, eletrodutos e equipamentos de proteção assegura que não ocorram riscos de falhas de origem elétrica no supermercado. Acrescenta-se que tal projeto permite a adição de novos equipamentos ao comércio e o pleno conhecimento de toda instalação elétrica para auxiliar em futuros trabalhos de manutenção e melhorias tais como equipamentos para a geração de energia solar, sistemas de operação controlada e eficiente de parte dos equipamentos do estabelecimento. A demanda da nova instalação, agora adequada, passou de 24kW para atuais 44kW. Esse aumento ilustra o carregamento inadequado e a má distribuição dos circuitos em operação atualmente.

Verifica-se, finalmente, sob o ponto de vista da engenharia, como o desenvolvimento de projetos por profissionais tecnicamente capacitados pode oferecer as condições para que tais comércios possam se desenvolver de maneira mais eficiente, responsável e segura. Acrescenta-se ainda para trabalhos futuros, a perspectiva de vantagens decorrentes da implementação de novas tecnologias a fim de aperfeiçoar o desempenho dos processos executados pela empresa e a satisfação dos clientes no ambiente do supermercado.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer diretamente aos professores do Curso de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Dedicamos um agradecimento especial ao orientador deste artigo, Prof. Luiz Fernando Pagotti, por direcionar a pesquisa, planejamento e análises desenvolvidas neste artigo. Sua experiência foi essencial para o desenvolvimento neste estudo.

De modo geral, expressamos todo nosso agradecimento por todo apoio prestado ao longo desses anos de graduação aos nossos professores. Estes se tornaram parte de nossas famílias, transmitindo-nos conhecimento de vida, além daqueles conteúdos técnicos tradicionalmente difundidos em salas de aulas. Professores que se tornaram amigos, mentores e referências em nossas vidas, tanto a profissional quanto pessoal. Verdadeiros exemplos a serem seguidos.

Obrigado aos senhores e senhoras por todo conhecimento transmitido, e pelo incrível trabalho prestado nesta época de pandemia, onde os senhores cumpriram com louvor a profissão de professor.

REFERÊNCIAS

- [1] FERREIRA, Marco Aurélio Marques; VENÂNCIO, Michele Moutinho; ABRANTES, Luiz Antônio. Análise da eficiência do setor de supermercados no Brasil. *Economia Aplicada*, v. 13, p. 333-347, 2009.
- [2] DE SOUZA, Carlos Matheus. *A Automação na Estrutura Comercial dos Supermercados*.

- [3] Martinho, Meire Biudes; Martinho, Edson; (Org.). Anuário estatístico de acidentes de origem elétrica 2020 – Ano base 2019. Salto-SP: Abracopel, 2020.
- [4] Webinar do Fórum de Prevenção de Perdas da ABRAS debate iniciativas da área. Disponível em: < <https://rama.abras.com.br/webinar-do-forum-de-prevencao-de-perdas-da-abras-debate-iniciativas-da-area/> >. Acesso em 20 de outubro de 2022.
- [5] Fórum de Eficiência Operacional Disponível em: < <https://www.abras.com.br/eventos/forum-de-eficiencia-operacional/2021> >. Acesso em 20 de outubro de 2022.
- [6] NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – ABNT, 2008
- [7] NORMA TÉCNICA CELG D - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição – NTC-04, revisão 04 / 2016
- [8] NORMA TÉCNICA CELG D - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição – NTC-05, revisão 2 / 2012
- [9] MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas Industriais – LTC – 8a ed., 2011.
- [10] NISKIER, J. & MACINTYRE, A.J. Instalações Elétricas – LTC- 5a ed. 2008.
- [11] COTRIM, A.A.M.B. Instalações Elétricas – PEARSON – 5a ed. 2008.
- [12] Brasil. Sistema Único de Saúde do Estado de Goiás. Norma Técnica de Comercialização de Alimentos:1995.
- [13] Norma Regulamentadora NR-10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE, Revisão 2019.
- [14] Norma Regulamentadora NR-12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, revisão 2019.
- [15] ABNT NBR 5413:1992 – Iluminância de interiores – substituída pela NBR 8995.
- [16] NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas – 2015
- [17] NBR 8995-1 - Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior - 2013

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

Os estudantes do Curso de Engenharia Elétrica abaixo identificados, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autorizam a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado : “ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO SUPERMERCADO FLOR DO TOCANTINS E ADEQUAÇÕES ÀS NORMAS VIGENTES”, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Nome	Matricula	Telefone	e-mail
Thaisa Reis Vilanova	2021.1.0038.0019-6	+55 62 8344-1054	20211003800196@pucgo.edu.br
Yuri Sousa Reis	2022.1.0038.0026-6	+55 61 9999-7812	20221003800266@pucgo.edu.br

Goiânia, 09 de dezembro de 2022



Thaisa Reis Vilanova
Aluno



Yuri Sousa Reis
Aluno



Luís Fernando Pagotti
Prof. Orientador