



FLAVIANA DE ASSIS LARA

**SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PREDIAL DA
MATRIZ LOCALIZA HERTZ**

**LAVRAS/MG
2020**

FLAVIANA DE ASSIS

**SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PREDIAL DA
MATRIZ LOCALIZA HERTZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia de Controle e
Automação, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Wilian Soares Lacerda
Orientador

LAVRAS-MG
2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Lara, Flaviana De Assis.

SISTEMASDE AUTOMAÇÃO DA ILUMINAÇÃO
PREDIAL DA MATRIZ LOCALIZA HERTZ / Flaviana De Assis
Lara. - 2020.

45 p.

Orientador(a): Willian Soares Lacerda.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2020.
Bibliografia.

1. Automação Predial. 2. Iluminação. 3. Controle. I. Lacerda,
Willian Soares. II. Título.

FLAVIANA DE ASSIS LARA

**SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PREDIAL DA
MATRIZ LOCALIZA HERTZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia de Controle e
Automação, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA EM: 19/08/2020

Prof. Dr. Belisario Nina Huallipa

UFLA

Prof. Dr. Fabio Domingues de Jesus

UFLA

Prof. Dr. Wilian Soares Lacerda

Orientador

LAVRAS/MG

2020

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho, primeiramente a Deus, por guiar-me sempre nos momentos difíceis. Aos meus pais, Adilson e Magda, pelo apoio e compreensão. Aos meus irmãos, Ana Flávia, Frederico e Esther, por serem minhas melhores companhias, por todo o auxílio e carinho. Aos meus momôs, João Walter, Leonardo, Gabriel e Augusto, pelos sorrisos a cada conquista. A todos que me apoiaram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meu caminho, guiar meus passos e fortalecer minha fé. A todos os mestres do Curso pelo aprendizado durante esses anos.

Aos companheiros e amigos da faculdade que estavam junto a mim nesta caminhada. A toda minha família pelo afeto e por vibrarem com minhas conquistas.

Àqueles que de alguma forma torceram comigo para que esta etapa da minha vida fosse concretizada.

"O primeiro passo é estabelecer que algo é possível"
- Elon Musk

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar detalhadamente o sistema de controle de iluminação instalado em uma locadora de veículos. Especificamente, o trabalho objetiva também realizar um levantamento bibliográfico a respeito dos conceitos que permeiam a automação predial; apresentar o projeto de automação predial da organização mencionada e demonstrar como ocorre o funcionamento de seus componentes. Os dados utilizados para a realização do presente Trabalho de Conclusão de Curso foram coletados a partir da realização das atividades de monitoramento na sede da empresa, na cidade de Belo Horizonte. Os resultados do estudo realizado demonstraram como ocorre o funcionamento do sistema de controle de iluminação da matriz da Localiza Hertz e a contribuição da inteligência de seus componentes para o funcionamento da empresa.

ABSTRACT

The present work aims to present in detail the lighting control system installed in a car rental company. Specifically, the work also aims to carry out a bibliographic survey about the concepts that permeate building automation; present the building automation project of the organization mentioned and demonstrate how its components work. The data used to carry out this Course Conclusion Work were collected from the performance of monitoring activities at the company's headquarters, in the city of Belo Horizonte. The results of the study carried out demonstrated how the lighting control system works at the headquarters of Localiza Hertz and the contribution of the intelligence of its components to the company's operation.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
1.1 A empresa	11
1.2 Área de atuação do estágio	11
1.3 Objetivos.....	12
1.4 Justificativa.....	12
1.5 Organização do texto	12
2.REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. A automação predial: conceito, histórico e panorama atual	14
2.2 Classificações de Sistemas de Automação Predial	16
2.2.1 Sistema de Controle de iluminação	16
2.2.2. Componentes de instalação de um sistema de um controle de iluminação.....	18
2.2.2.1 Sensores.....	18
2.2.2.2 Controladoras de iluminação CDD	20
2.2.2.3 Dispositivos Dimerizáveis.....	21
2.3 Os protocolos de comunicação KNX e DALI	22
2.3.1 A tecnologia KNX	22
2.3.2 O padrão DALI	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
REFERÊNCIAS.....	43

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta o sistema de controle de iluminação instalado na Localiza Hertz Matriz. Para a devida compreensão desse sistema se faz necessária a divisão deste tópico, com o intuito de descrever pormenorizadamente a empresa onde o estágio foi realizado, a natureza das atividades desenvolvidas, os objetivos, a justificativa e a organização textual de todo o trabalho.

1.1 A empresa

A SETI Engenharia e Tecnologia S/A é uma empresa especializada em entrega de projetos turn key, soluções completas em que o cliente tem desde a consultoria sobre o melhor resultado para seu ambiente, até a entrega da obra em plena capacidade de operação. A empresa foi fundada em 2013 e tem sua sede em Belo Horizonte, Minas Gerais, sendo reconhecida pela ousadia de propor serviços e soluções diferenciadas e inovadoras, desenvolvidas de maneira customizada.

As soluções oferecida pela SETI Engenharia e Tecnologia contempla diversos sub grupos, como infraestrutura, segurança, data centers e automação. As soluções de infraestrutura oferecem retrofit e reformas corporativas, obras civis, instalações elétricas, cabeamento estruturado e sistemas ópticos. Soluções em segurança e Automação é oferecido automação predial, como CFTV, controle de acesso, detecção de alarme e incêndio, sistemas elétricos, hidráulicos e de ar condicionado, iluminação, gerenciamento de energia, áudio e vídeo, integração de disciplinas e segurança perimetral, permitindo todo o monitoramento e controle operacional de ambientes corporativos. Além de construção e manutenção de Data Centers com soluções integradas, tais como, sala cofre, climatização, sistemas lógicos, segurança e detecção e combate a incêndio.

1.2 Área de atuação do estágio

O presente estágio foi realizado entre as datas de 14/04/2019 à 11/08/2019, em dois de seus clientes, Sede da Localiza Hertz e Construtora Barbosa e Melo - CBM - tendo início às 9:00 horas e encerramento às 16:00 horas, contando com uma hora de horário de almoço.

Foi realizado na área de manutenção e implementação de automação predial, focado em controle de acesso, CFTV, iluminação e controle de persianas.

Neste trabalho será discutido o estudo de caso do sistema de controle de iluminação da Matriz da Localiza Hertz. As atividades consistiram no monitoramento do funcionamento dos equipamentos e na solicitação de reparo ou substituição de componentes além de endereçamento de novos componentes.

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste estudo é apresentar detalhadamente o sistema de controle de iluminação instalado na sede da empresa Localiza Hertz.

Também foram definidos os seguintes objetivos específicos: Realizar um levantamento bibliográfico sobre os conceitos que permeiam a automação predial e o controle de iluminação dos edifícios; apresentar o projeto de automação da Localiza Hertz (Matriz); compreender como funcionam os componentes do sistema de controle de iluminação estudado.

1.4 Justificativa

A realização desse trabalho se justifica pela necessidade constante de se implementar melhorias na organização, visando sempre o melhor custo benefício do uso dos equipamentos dentro das empresas e a redução de gastos desnecessários. Especificamente no caso da Localiza Hertz, salienta-se que a realização do estudo é relevante por representar a possibilidade de se obter melhorias significativas no projeto de automação predial instalado e se erradicar prejuízos causados com gastos desnecessários em decorrência da automatização de tarefas que envolvem a iluminação dentro do edifício da empresa.

1.5 Organização do texto

Para o alcance dos objetivos traçados e para a devida compreensão do assunto abordado por esse estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico no qual trata-se um breve histórico sobre o surgimento e a evolução das atividades de automação predial, os conceitos que permeiam os sistemas de controle de iluminação e os seus componentes.

No capítulo Materiais e Métodos, o trabalho também apresenta a descrição do projeto específico de automação predial no qual a manutenção foi implementada, seus componentes e

os protocolos de comunicação utilizados, possibilitando uma compreensão ampla do projeto de controle de iluminação da empresa objeto deste estudo.

No capítulo Resultados e Discussões são descritas as atividades realizadas por meio da execução do projeto de controle de iluminação apresentado, permitindo-se assim a análise da automação realizada na empresa através do mencionado projeto.

Por fim, o capítulo da Conclusão apresenta os resultados do estudo em comparação aos objetivos traçados e os resultados identificados com a apresentação do projeto de controle de iluminação da Matriz Localiza Hertz.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Visando o adequado entendimento das atividades descritas por este trabalho, este tópico aborda os principais conceitos técnicos de engenharia ligados à automação e seus componentes, especialmente no que tange ao controle da iluminação predial, uma vez este relaciona-se diretamente com as atividades de estágio apresentadas por este estudo.

2.1. A automação predial: conceito, histórico e panorama atual

Considerando a necessidade de constantes avanços na área tecnológica, a atividade de automação surgiu através do desenvolvimento de dispositivos que realizam de forma automática atividades do cotidiano dos usuários, a fim de lhes conceder conforto, segurança, praticidade e eficiência (ORTIZ,2018).

Nesse sentido, De la Cruz (2019) informa que a automação predial compreende a integração e coordenação de todas as instalações e utilidades do edifício, sendo que seu objetivo é a composição do “sistema de gerenciamento predial” no qual o prédio otimiza o seu funcionamento e reduz o seu consumo energético.

Na concepção de Prudente (2011) os sistemas de automação predial e residencial são tecnologias aplicadas para automatizar dispositivos e instalações de um prédio ou habitação. Para Braga (2007, p. 15) o conceito de automação predial possui uma estreita ligação com a definição de edifício inteligente, vejamos:

A automação predial proporciona o controle automático dos diversos sistemas existentes em uma edificação de modo a prover soluções às necessidades dos ocupantes. Este controle pode ser total ou parcial, nesse último caso podendo ser denominado semi-automático. Quanto mais otimizadas forem as funções operacionais e administrativas, por meio de sensores e lógicas de decisão de modo que promovam a integração das funcionalidades de seus subsistemas (elétrico, hidráulico, iluminação, segurança, climatização, entretenimento, telefonia), mais a edificação se aproxima do conceito de Edifício Inteligente.

A expressão domótica, do francês domotique (PELLENZ,2018) também relaciona-se à automação predial. Sendo assim, para Araújo, Souto e Costa (2012, p.03) a automação predial pode ser definida como:

A domótica, ou automação predial/residencial é uma tecnologia que permite a gestão de recursos prediais de forma automática. O termo domótica resulta da junção da palavra domus (casa) com robótica (controle automatizado de algo). É este último elemento que rentabiliza o sistema, simplificando a vida diária das pessoas, satisfazendo as suas necessidades de comunicação, de conforto e de segurança. Quando a domótica surgiu, com os primeiros edifícios na década de 80 do século passado, pretendia-se controlar a iluminação, as condições climáticas, a segurança e a interligação entre os três elementos.

Nesse sentido, em termos históricos, Santos (2010) informa que a denominada domótica (automação predial) iniciou-se de maneira discreta através da instalação de dispositivos eletrônicos como relés e termostatos, dispositivos capazes de fazer controle local através de determinados estímulos.

Na mesma perspectiva, apenas no final dos anos 90, após a disseminação do uso da internet e da telefonia móvel, é que a automação predial desenvolveu-se, encontrando progresso com a integração das tecnologias que interligam as duas ferramentas à execução de tarefas realizadas em meio habitacional (RIBEIRO,2004).

Desse modo, infere-se que as funcionalidades de inteligência relacionadas à execução de tarefas em meio habitacional, inicialmente estavam ligadas ao conforto de seus usuários e, com o passar do tempo, foram assumindo outros papéis, dentre eles garantir a segurança daqueles que fazem a sua utilização.

De acordo com Ribeiro (2018, p. 16):

A automação residencial, que no início era restrita aos sistemas autônomos destinados a comandar um dispositivo ou outro sistema como, por exemplo, o sistema de ventilação, refrigeração, exaustão e aquecimento do ambiente com ajustes predefinidos e sem qualquer integração com demais elementos das instalações prediais, evoluíram para os sistemas integrados que podem ser definidos como aqueles que, por meio de um dispositivo, integram e controlam vários equipamentos ou sistemas de uma instalação.

Segundo Pinheiro (2004), as pesquisas mais recentes demonstram um caminho sem volta no campo tecnológico, sendo certo que as várias tecnologias, padrões, dispositivos e aplicações para redes de comunicação passaram, inclusive, a ser sem fio nas últimas décadas. Nesse sentido, além dos telefones celulares, PDAs, notebooks e impressoras, outros aparelhos como geladeiras, TVs de alta resolução, fornos de micro-ondas e câmeras digitais também

funcionarão nas novas redes de comunicação e possuirão conexões em rede, permitindo seu controle e monitoramento à distância.

Sendo assim, o que se observa é que cada vez mais a indústria está desenvolvendo soluções para o setor residencial, com objetivo de automatizar processos, sistemas e até tarefas complexas existentes em uma residência.

Diante de todo o exposto, pode-se imaginar a complexidade de detalhes existentes nos sistemas de automação e a necessidade de se conhecer pormenorizadamente as peculiaridades de cada uma de suas classificações, para então compreender como funciona a automação no controle de iluminação.

2.2 Classificações de Sistemas de Automação Predial

As habitações possuem uma série de elementos que impõem aos seus usuários a necessidade de execução de tarefas relacionadas às suas funções. Nesse sentido, a automação predial possibilita a realização dessas atividades por meio do uso da tecnologia.

Por outro lado, é importante salientar que as habitações possuem necessidades diferentes de acordo com a sua utilização, podendo estas serem utilizadas para moradia, escritórios, comércios ou até mesmo almoxarifados.

Sendo assim, considerando o vasto número de elementos constante em uma habitação e a possibilidade de se executar tarefas automatizadas em cada uma de suas áreas, tornou-se necessária a classificação dos sistemas de automação predial visando sua maior compreensão (RIBEIRO, 2018).

Desse modo, torna-se necessário abordar as características peculiares do sistema de controle de iluminação, bem como os seus elementos e dispositivos utilizados.

2.2.1 Sistema de Controle de iluminação

Quando se fala em controle automatizado de tarefas prediais, uma das primeiras atividades que se tem em mente relaciona-se ao acionamento sensorial da iluminação. Nesse sentido, a iluminação conceitua-se de maneira bastante sintética como a presença de luz em determinado ambiente, sendo o sistema de controle de iluminação capaz de detectar a

luminosidade natural existente e automaticamente corrigi-la através de dispositivos e equipamentos instalados (RIBEIRO, 2018).

Além disso, salienta-se que a correta implementação de um sistema de controle de iluminação é importante não somente por prover visibilidade aos usuários de um prédio, estética aos ambientes e a segurança do imóvel, mas também porque o excesso de luminosidade pode desperdiçar energia e afetar, até mesmo, outros sistemas tecnológicos existentes no ambiente (COELHO; CRUZ, 2017).

A respeito do surgimento desse tipo de sistema, Pellenz (2017, p. 14) escreve que:

Pode-se considerar que os sistemas de iluminação foram os primeiros a aplicarem os conceitos da domótica, tendo em vista que alguns dispositivos como timers, sensores de presença e relés de impulso, por exemplo, são dispositivos já utilizados há bastante tempo e populares em relação a custos e instalações.

Nessa perspectiva, Melo (2015) informa que para a instalação de um sistema de iluminação, inicialmente é necessário se realizar uma análise do local/ambiente onde irá se realizar a implementação. Da mesma forma, o autor aponta que o projeto de automação desse sistema também deverá ser realizado a partir da análise das necessidades dos usuários do ambiente, bem como devem ser analisados outros requisitos como economia e desenvolvimento sustentável.

Quando se trata de automação predial, a instalação de sistemas de controle de iluminação relaciona-se ao conceito de casa inteligente e por meio dessa correlação estabelece-se um sistema integrado que automatiza tarefas aparentemente simples dentro da habitação.

Pellenz (2017) salienta também que atualmente os controles de sistema de iluminação podem possuir diversos tipos de acionamento, sendo eles desde o acionamento do interruptor ou até mesmo com comandos oriundos de um *smartphone* ou, ainda, por um sistema de reconhecimento de voz, tendo em vista o grande número de tecnologias que se desenvolveram.

De acordo com Ribeiro (2018) um sistema de iluminação também precisa observar a qualidade dos equipamentos utilizados e a busca sempre por meios mais econômicos e eficientes do uso de energia elétrica. Sendo que o objetivo da automação deve ultrapassar a

simples execução automática das tarefas e sim, atender a todas as necessidades dos usuários em termos de eficiência e economia.

2.2.2. Componentes de instalação de um sistema de um controle de iluminação

Atualmente, estão disponíveis no mercado diversos componentes hábeis a exercer uma função específica dentro de um projeto de automação, sendo que a utilização de tais componentes é definida de acordo com o objetivo de cada usuário.

Nesse aspecto, De la Cruz (2019) destaca que os critérios que fundamentam um projeto de automação predial são definidos com base nas diretrizes formais do programa de gerenciamento predial. Desse modo, infere-se que a iluminação incluída em um sistema de automação terá seu funcionamento preestabelecido para os diversos regimes de uso, ajustando-se aos requisitos de funcionalidade, economia e controle de demanda de energia.

No caso dos sistemas de controle de iluminação dos ambientes, destacam-se os seguintes dispositivos: sensores, controladoras de iluminação e dispositivos dimerizáveis (DE LA CRUZ, 2019).

2.2.2.1 Sensores

Ortiz (2018, p. 17) conceitua os sensores da seguinte maneira:

Sensores são dispositivos capazes de mensurar grandezas físicas do meio e transformar em um sinal elétrico que podem então ser processados e interpretados por outros equipamentos como por exemplo microcontroladores e computadores. Pode se dizer que são componentes capazes de permitir um equipamento eletrônico a interagir e sentir o mundo.

De acordo com Coelho e Cruz (2017), esse tipo de dispositivo coleta diversos dados que podem versar sobre temperatura, luminosidade, presença, velocidade, pressão ou fluxo. Sendo assim, infere-se que os sensores são fundamentais para os sistemas de controle de iluminação, uma vez que servem como dispositivos de entrada no qual determinada informação entra no sistema através deles e é repassada. Ainda na concepção dos autores, os sensores mais importantes aos sistemas de controle de iluminação são aqueles que detectam a luminosidade e presença nos ambientes.

Segundo De la Cruz (2019, p. 365) os sensores de presença podem ser definidos da seguinte maneira:

Sensores de presença são tipicamente utilizados para acionar circuitos de luz em áreas de circulação ou pequenas áreas de trabalho. Quando é conveniente usar uma iluminação em um esquema de monitoramento e programação global no âmbito de edifício; por exemplo, interligando funções de controle programado de luz e segurança, e também para criar uma condição especial de uso em halls de elevadores ou outras áreas de circulação.

De acordo com Ortiz (2017), os também chamados de sensores de ocupação representam um importante papel no controle de iluminação por meio de automação predial, uma vez que permitem a economia energética através do acionamento de lâmpadas em ambientes somente quando detectada a presença de usuários.

Na Figura 01 apresenta um tipo muito comum de sensor de ocupação em instalações prediais, uma vez que é instalada nas caixas de passagem colocadas nas paredes:

Figura 01- Sensor de ocupação



Fonte: LEROY MERLIN, 2020.

Outra modalidade de sensor bastante relevante para os sistemas de controle de iluminação são os sensores de luminosidade, tendo em vista que esse tipo de dispositivo permite o acionamento de lâmpadas somente quando não existir luminosidade natural suficiente no ambiente (COELHO; CRUZ,2017).

Atualmente os sensores de luminosidade são cada vez mais modernos e podem contar com tecnologia digital que permite o ajuste automatizado por outros dispositivos móveis, tornando a instalação ainda mais inteligente.

A Figura 02 apresenta um sensor de luminosidade com a tecnologia que permite o monitoramento e controle da luminosidade do ambiente por meio de outros dispositivos móveis com a mesma tecnologia:

Figura 02 – Sensor de luminosidade digital



Fonte LEROY MERLIN, 2020.

Nesse sentido, Ortiz (2017) destaca que na implementação de um sistema de controle de iluminação deve-se priorizar sempre o uso da luz natural, visando-se reduzir os custos com o uso de luminosidade artificial. Essa estratégia, de acordo com o autor, é conhecida como “*daylighting*”.

2.2.2.2 Controladoras de iluminação CDD

De acordo com Coelho e Cruz (2017), os controladores são dispositivos cuja função é a gestão da instalação automatizada.

De La Cruz disserta sobre a definição das controladoras de iluminação CDD:

A denominação CDD faz referência a uma unidade de controle microprocessada que processa a programação lógica e conversão analógica/digital. O recurso principal das controladoras CDD está centralizado na facilidade que oferecem ao usuário para escolher seus próprios procedimentos e estratégias de controle. Geralmente as tarefas mais complexas são executadas através de um processo de controle de malha fechada facilitando pelo *firmware* da controladora. A operadora de controle é obtida através da modulação de um sinal, de saída de forma discreta no tempo, atuando sobre um dispositivo receptor que modifica o processo. Essa operação leva em consideração um valor de referência (setpoint) informando à controladora. Nessa tarefa as funções básicas são: fazer amostragem de medições em intervalos de tempo e executar a ação de controle nesses intervalos.

Nesse aspecto, salienta-se que a escolha entre módulos de controles de circuito de luzes e controladoras de uso geral, associadas a contadores convencionais, deve ser realizada tendo como base a análise dos custos de implementação e manutenção para cada caso (DE LA CRUZ,2019).

2.2.2.3 Dispositivos Dimerizáveis

Os reatores eletrônicos dimerizáveis são dispositivos que trouxeram para a automação diversas inovações, entre elas: reduzido tamanho e peso, alto fator de potência, baixas perdas e baixa emissão e interferências (DE LA CRUZ, 2019).

Na concepção de De la Cruz (2019) os componentes associados aos reatores eletrônicos dimerizáveis podem ser enumerados da seguinte maneira: módulo amplificador de controle; sensor fotoelétrico; reostato; módulo temporizador e sensor de presença.

Atualmente, nota-se que o desenvolvimento dos dispositivos utilizados no controle de iluminação dos edifícios utilizam com mais frequência reatores de controle digital (ORTIZ,2017).

A figura 03 apresenta um reator eletrônico dimerizável de grande utilização nas instalações prediais:

Figura 03 – reator eletrônico dimerizável



Fonte: AKARI LÂMPADAS, 2020.

De acordo com De la Cruz (2019), a nova geração de reatores tornou-se microprocessada, ou seja, passou a ser controlada por sinal digital e interligados em rede. Esse novo modelo denominou-se DALI (Digital Addressable Lighting Interface), uma interface de padrão aberto para os sistemas de controle de iluminação.

2.3 Os protocolos de comunicação KNX e DALI

A realização dos controles de iluminação, inicialmente, se dava de maneira “*Stand Alone*”, ou seja, de forma restrita a uma pequena área sem haver um controlador centralizado. Com o desenvolvimento das tecnologias os sistemas de controle de iluminação passaram a ser mais centralizados e com o desenvolvimento dos componentes dos sistemas de iluminação novas formas de se realizar o controle também se desenvolveram (KURATA,2016).

Nesse sentido, salienta-se que os controles podem ser realizados de forma analógica, digital e *wireless*. Pode-se dizer que atualmente existem diversos tipos de controle de funcionamento dos sistemas com o constante desenvolvimento de novos produtos para compor os sistemas de controle de automação (KURATA,2016).

2.3.1 A tecnologia KNX

O sistema KNX pode ser compreendido como um protocolo aberto e desenhado para ser instalado em grandes edifícios ou em pequenos ambientes, sendo a sua finalidade controlar e monitorar a iluminação, ventilação ou temperatura de determinado local (PINTO, 2019).

Dessa maneira, destaca-se o que disserta Kurata (2016, p. 32):

KNX é protocolo de rede de comunicação para automação predial, administrada pela KNX Association, portanto um nível acima do controle de iluminação. É um padrão que atende às normas: OSI, EN 50090, ISO/IEC 14543. É a fusão de três padrões anteriores: EHS (European Home Systems Protocol), BatiBus e EIB (European Installation Bus, ou Instabus)

De acordo com Couras (2011), o sistema KNX possibilita que os dispositivos retirem a energia necessária para o seu funcionamento diretamente das redes de comunicação. Sendo

assim, salienta-se que esse protocolo realiza a transmissão de sinais por meio de um barramento, que é o meio de comunicação para todos os elementos do sistema

A respeito do funcionamento, verifica-se que as instalações com o sistema KNX possuem especificações que permitem a integração com as redes de pacotes IP de forma flexível, sendo possível também encapsular um quadro KNX sobre um trecho IP ou se instalar implementações desse protocolo sob a forma de comunicadores *iETS* (ETS Internet) permitindo a instalação remota de KNX nos projetos de automação (WIRE ENGENHARIA, 2020).

2.3.2 O padrão DALI

Conforme disserta Kurata (2016), o padrão DALI é um acrônimo de Digital Addressable Lighting Interface e surgiu do ano de 1990, com a iniciativa dos principais fabricantes e desenvolvedores de sistemas de controle digital e analógico de iluminação e luminárias da época, como OSRAM, Helvar, Trilux, Tridonic e outros líderes.

De acordo com Pinto (2019), os componentes DALI possibilitam a criação de um sistema de iluminação flexível, através de balastros digitais de custo vantajoso e controle descentralizado, sendo que a simplicidade desse sistema faz com que não hajam requisitos especiais para o seu bom funcionamento, seja na transmissão de dados ou na instalação dos componentes.

A instalação do DALI se dá apenas com a utilização de um par de fios sem polarização para interligar com todos os reatores ou drivers. Logo, apenas um par de fios chega à central de comando podendo ser conduzido por qualquer eletroduto, uma vez que não sofre interferência de fios elétricos, de cabos lógicos de dados ou de telefonia, o que simplifica, inclusive, possíveis manutenções (SX LIGHTING,2020).

Sendo assim, verifica-se que o protocolo de comunicação DALI pode ser facilmente adaptado a diferentes projetos luminotécnicos, sendo muito útil para atender os objetivos de automação das mais diversas instalações.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este tópico apresenta os materiais e métodos utilizados no projeto de controle da iluminação da Matriz da Localiza Hertz descrito nesse relatório, conforme se verifica a seguir.

O projeto de automação objeto do presente estudo está instalado no edifício Matriz da Localiza Hertz, localizado na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Este projeto tem como objetivo o controle da iluminação no edifício da locadora de veículos e foi realizado com base nas necessidades da organização.

O prédio da Localiza Hertz possui 26 andares, sendo 15 andares tipo, 3 andares de Reunião, 2 andares de Diretoria, um andar para academia e casa de máquinas, um andar de auditório, recepção e 3 andares de restaurante. De acordo com o atual projeto de automação para controle de iluminação cada um dos andares tipo necessita de 146 componentes conforme se enumera a seguir:

- 121 reatores, 1 por luminária (51 linha C, 30 linha B, 40 linha A);
- 3 *Gateway* DALI KNX – MNT6725-0001 (1 por linha);
- 1 módulo *HOMELYNK*;
- 1 fonte de alimentação 120-240VAC/24VDC-125A,
- 1 Fonte KNX MTN684064;
- 10 sensores de presença básicos MTN6307xx
- 09 sensores de presença com luminosidade MTN6309xx.

DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*, ou em português Interface de Iluminação Digital Endereçável) é um padrão de interface não proprietária para reatores eletrônicos dimerizáveis. Os reatores são instalados em cada luminária e podem ser controlados através de 2 fios individualmente ou até 16 grupos. Os comandos de iluminação, como ligar e dimerizar são realizados através do sinal de controle. Outro diferencial é poder obter informações relevantes do sistema, como por exemplo, o status da lâmpada.

Na Localiza, os reatores são controlados individualmente por dois fios e também por grupos, assim é possível comandar uma luminária ou um setor. É instalado um reator por luminária, e o status de cada uma é de suma importância para o monitoramento do funcionamento e manutenções corretivas, uma vez que esse status não é apenas de ligada e desligada, mas também de lâmpada e reator queimado.

Pensando na economia de energia, são utilizados sensores de presença simples e com sensor de luminosidade, permitindo que a luminárias estejam acessa apenas quando hajam pessoas no ambiente e que a luz natural complete a luz artificial proveniente dos reatores eletrônicos.

Os Gateway DALI KNX, conecta o barramento KNX ao barramento DALI, sendo possível conectar reatores eletrônicos DALI em uma arquitetura global KNX, comandada pelo *HomeYnk*. Assim esses dispositivos transformam os comandos de conexão e regulação KNX em telegramas DALI, assim como informações do barramento DALI em telegrama KNX. É possível ter até 16 grupos por Gateway e 64 reatores. No projeto é utilizado 19 grupos no total e 121 reatores.

O controlador lógico *HomeLYnk*, fornece uma interface para controlar todas as funções do edifício, podendo utilizar em dispositivos locais e móveis. É utilizado um por andar, para monitorar e controlar toda a iluminação.

Toda a programação é realizada no software ETS5 Professional, da Associação KNX, e descarregada no *HomeLYnk*.

Salienta-se que em cada luminária existente no edifício está instalado um reator DALI no qual é instalado um cabo de energia e um cabo de comando DALI que se interliga com um Gateway DALI KNX que está instalado no quadro de automação localizado na sala de telecom, de onde ocorrem as atividades de monitoramento.

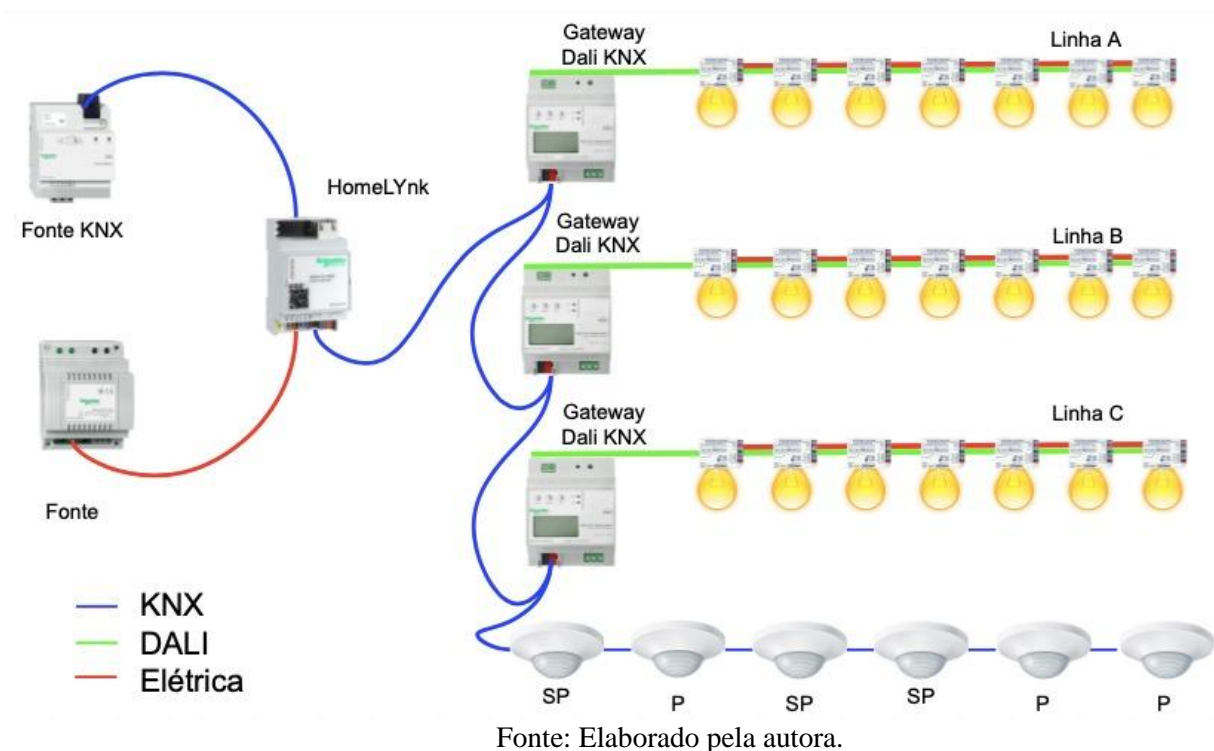
Nota-se no projeto de automação que existe três Gateway DALI KNX para cada andar tipo existente no edifício e que este equipamento liga-se ao módulo Homelink de onde é possível ao profissional da automação fazer os comandos para o funcionamento correto dos equipamentos.

O projeto de automação predial da empresa Localiza Hertz foi criado para que todo o sistema da organização funcione através de automação, ou seja, a iluminação, o ar condicionado e as persianas do edifício, por exemplo, são controladas sem nenhuma intervenção do usuário.

Esse tipo de sistema proporciona grande conforto para os usuários e pode-se dizer que os padrões definidos para a programação das tarefas automatizadas seguem as normas brasileiras e as necessidades dos usuários, fazendo com que o complexo de componentes mantenha a luminosidade e temperatura do local conforme estabelecido no controle do projeto.

A automação da iluminação utiliza principalmente dois protocolos de comunicação, o KNX e o DALI, conforme esquema apontado pela Figura 04:

Figura 04- Diagrama com interligação dos dispositivos



A fonte KNX é utilizada para alimentar a linha KNX. Nesse sentido, nota-se que a linha KNX é ligada em barramento, ou seja, ela entra em um dispositivo e sai para o próximo. Além da fonte KNX, uma fonte de alimentação é necessária no projeto, uma vez que o *homeLYnk* necessita além da fonte KNX, uma alimentação 24V.

Com o *HomeLYnc* alimentado, sai a comunicação KNX para o primeiro Gateway DALI, responsável por um grupo de reatores, do primeiro Gateway sai para o segundo, do segundo para o terceiro, do terceiro para o primeiro sensor, e assim sucessivamente. O Gateway Dali KNX faz a comunicação entre dispositivos que informam em protocolo DALI e dispositivos que comunicam em protocolo KNX. No sistema de iluminação esse dispositivo recebe os comandos pela linha KNX vindo do *HomeLYnc* e repassa para os reatores na linha DALI. O *HomeLYnc* também recebe informações dos sensores de presença simples ("SP") e dos sensores de presença com luminosidade("P"), além dos status dos reatores eletrônicos,

que informa se a lâmpada está apagada ou acesa, se ela está queimada ou se o próprio reator está queimado.

Os sensores são de suma importância para a eficiência do projeto, principalmente a eficiência energética, uma vez que a empresa preza na sustentabilidade impactando de forma positiva o meio ambiente (*greenbuilding*, em português construção verde). Os sensores de presença simples, auxiliam para que as luminárias estejam acesas apenas quando houver uma pessoa no ambiente, a programação permite que as luminárias não apagam ao todo tempo, sendo assim em horário comercial o grupo de luminárias apagam depois de 30 minutos sem movimento, fora do horário esse tempo cai para 10 minutos.

Os sensores de presença com luminosidade permitem ajustar a luminosidade do ambiente considerando a luz artificial e a luz natural, dimerizando o grupo de luminárias a um nível de iluminação de 500 a 600 lumens, conforme determina a ABNT, resultando também em uma considerável economia de energia. Ou seja, além de detectar a presença ele consegue também obter a luminosidade do ambiente. Com esse valor por meio de um scripting no HomeLync é possível dimerizar as luminárias do grupo/setor para que atenda uma faixa pré-determinada de lumens.

Salienta-se que em cada luminária existente no edifício está instalado um reator DALI no qual é instalado um cabo de energia e um cabo de comando DALI que se interliga com um *Gateway* DALI KNX que está instalado no quadro de automação localizado na sala de telecom, de onde ocorrem as atividades de monitoramento.

Nota-se no projeto de automação que existe três *Gateway* DALI KNX para cada andar tipo existente no edifício e que este equipamento liga-se ao módulo *HomeLync* de onde é possível ao profissional da automação fazer os comandos para o funcionamento correto dos equipamentos.

Nesse sentido, a Figura 05 apresenta o layout do projeto de controle de iluminação da empresa, apresentando as 3 linhas: A, B e C, bem como os sensores de presença simples (SP) e com luminosidade (P), responsáveis por cada grupo de luminária (A1, A2, B1, B2, C, D1, D2, E1, E2, salas e corredores) vejamos:

Figura 05- Layout do projeto de iluminação da Localiza Hertz Matriz



Fonte: Sistema supervisorio da Localiza Hertz (desenvolvido pela KNX Association)

É possível observar também, os status gerados pelo reator eletrônico, como, por exemplo, falhas de ECG (*Eletronic control gear*), que é quando um reator está queimado, quantas e quais lâmpadas estão queimadas, e o status dos *Gateway Dali*.

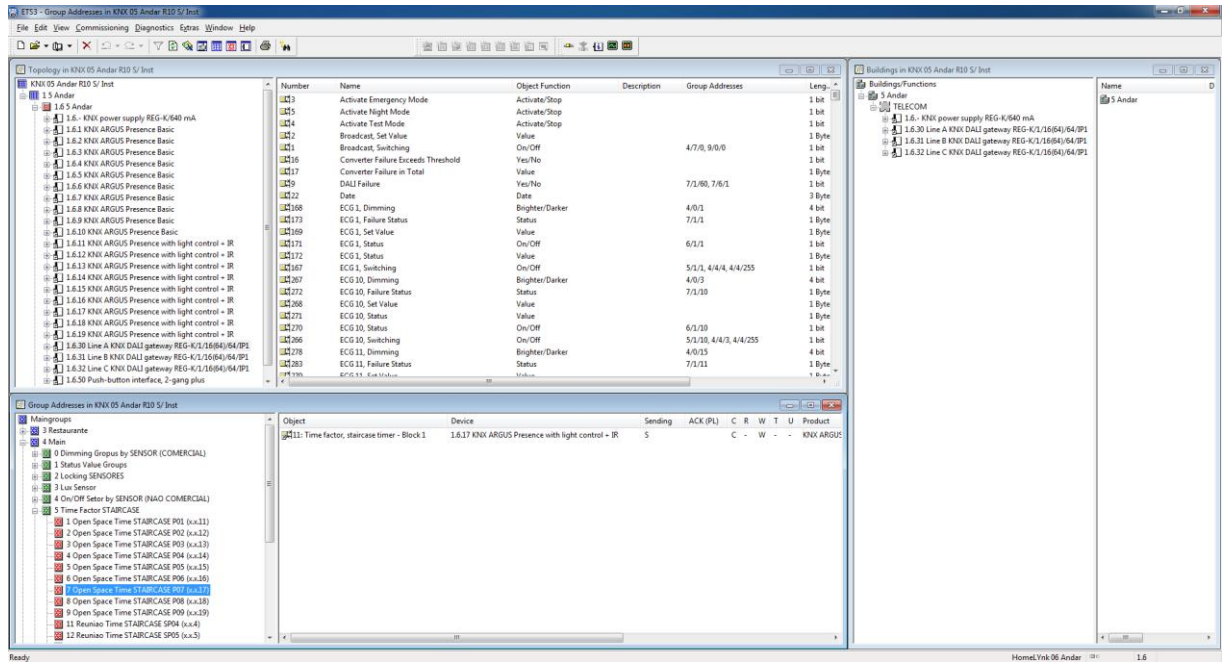
Toda a programação é realizada no software ETS3 Professional da *KNX Association* e significa Software de Ferramentas de Engenharia e é utilizado para conceber e configurar instalações inteligentes, como automação predial e residencial.

Na interface de programação, é possível fazer separação de automação por pavimento. Dentro de cada um desses pavimentos, pode-se verificar onde cada dispositivo está instalado. No exemplo do projeto de um andar tipo instalado no 5º pavimento, foi criado o ambiente TELECOM, que é onde se localiza os dispositivos KNX, sendo eles a fonte KNX e os três módulos Dali KNX.

Dentro de cada dispositivo é realizada a programação criando objetos para cada função, por exemplo, um objeto do tipo *On/Off* denominado *Broadcast Switching*, utilizado para dar o comando de master on ou off, ou seja, desligar ou ligar todo um grupo de pontos (luminárias) (Figura 5). Após a programação feita, ela é descarregada no *HomeLynk*.

Sendo assim, se verifica na Figura 06 os dispositivos KNX utilizados no 5º pavimento da locadora:

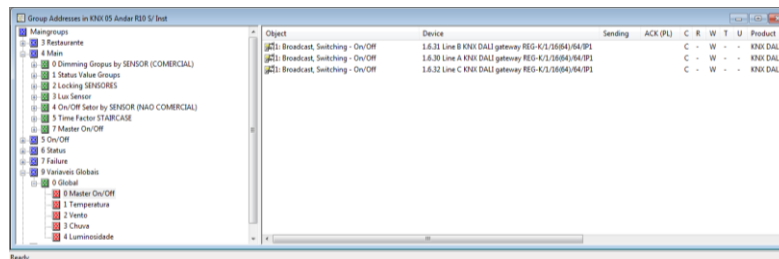
Figura 06 - Tela ETS da Programação do 5º andar



Fonte: Imagens do projeto de automação da Localiza Hertz Matriz no software ETS3

A Figura 07, por sua vez, apresenta o objeto *Broadcast Switching*, relacionado a cada linha DALI.

Figura 07 – Broadcast Switching



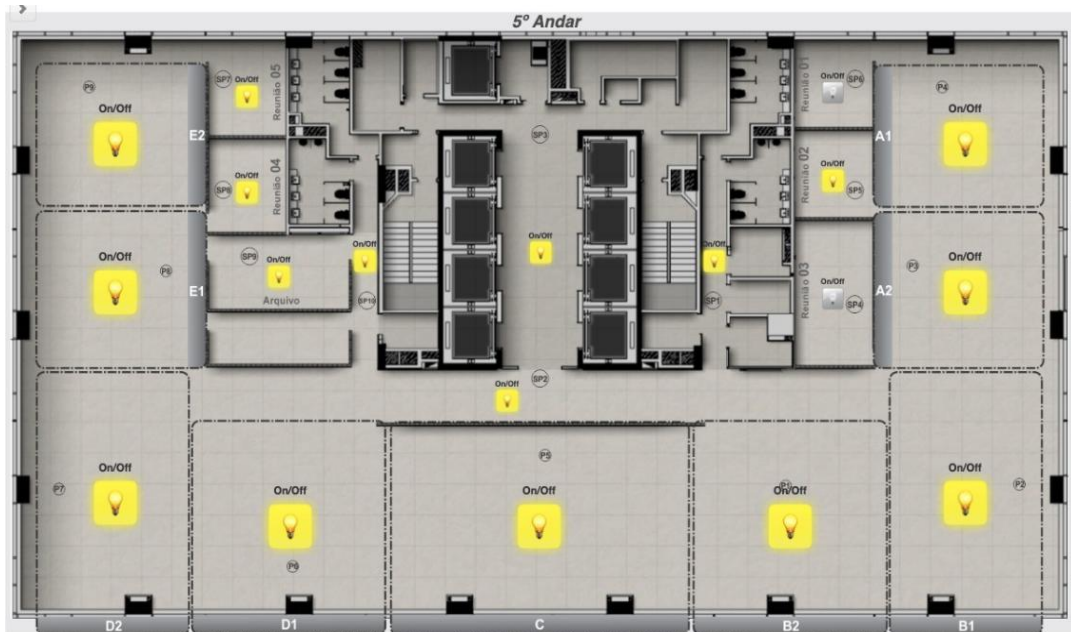
Fonte: Imagens do projeto de automação da Localiza Hertz Matriz no software ETS3

Na Figura 06 é possível observar também toda a programação do 5º andar no ETS. A programação é realizada criando os objetos dentro de cada dispositivo KNX, esses objetos então são organizados em grupos, subgrupos e variáveis. No canto superior temos todos os dispositivos KNX desse pavimento, entre eles a fonte, sensores e gateway DALI. Clicando em um dos dispositivos conseguimos ver todos os objetos criados dentro dele, como por exemplo o objeto 171, que retorna o status da luminária do reator de endereço 1 (ECG 1, Status). Podemos observar algumas propriedades também, como por exemplo quais grupos esse objeto pertence.

Na Aba dos grupos, é onde começa a se organizar a programação. Existem os grupos, sinalizados com a cor azul, os subgrupos, com a cor verde e as variáveis com a cor vermelha, dentro das variáveis é colocados os objetos que farão as ações. Nesse exemplo dentro do grupo main, endereço 4, tem o subgrupo Time Factor StairCase, endereço 4/5, esse subgrupo é responsável por travar o sensor por um certo tempo, para que as luminárias não fique apagado, por exemplo, o ambiente que o sensor atende precisa ficar 10 minutos sem detectar movimento para que as luminárias paguem. E então tem as variáveis, por exemplo a variável 4/5/14 que atende a sala de reunião do sensor SP07, para então colocar o objeto, que é o objeto 11 do dispositivo 1.6.7, um sensor de presença.

A Figura 08 também apresenta o layout do projeto de automação da empresa supramencionada extraído do software supervisor utilizado na empresa. Nota-se que nela é possível observar os comandos de on/of por grupo de luminária e o master on/of.

Figura 8 - Menu de controle.



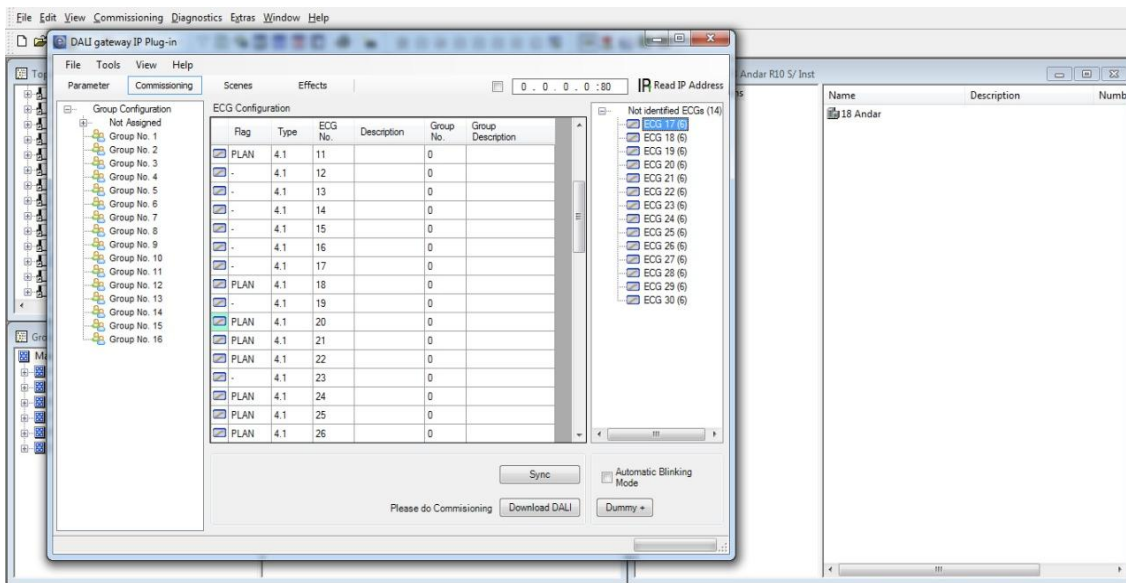
Fonte Sistema supervisorio da Localiza Hertz (desenvolvido no HomeLYnc)

Atualmente, as atividades de manutenção realizadas na organização por parte do profissional de engenharia de automao consistem no monitoramento do sistema a fim de se garantir que todos os equipamentos e componentes instalados estejam em adequado funcionamento a fim de que a iluminação do prédio esteja funcionando de acordo com o projeto de automao predial instalado.

Nesse aspecto, quando o técnico da automao identifica alguma falha em algum equipamento do sistema de controle de iluminação, ele aciona uma empresa terceirizada realizar o reparo ou a troca do componente. Nos casos mais comuns, como substituico de reatores queimados, por exemplo, após a realização da troca do componente o profissional da automao realiza o reendereço do componente a fim de garantir o seu funcionamento automatizado de acordo com o projeto de automao predial.

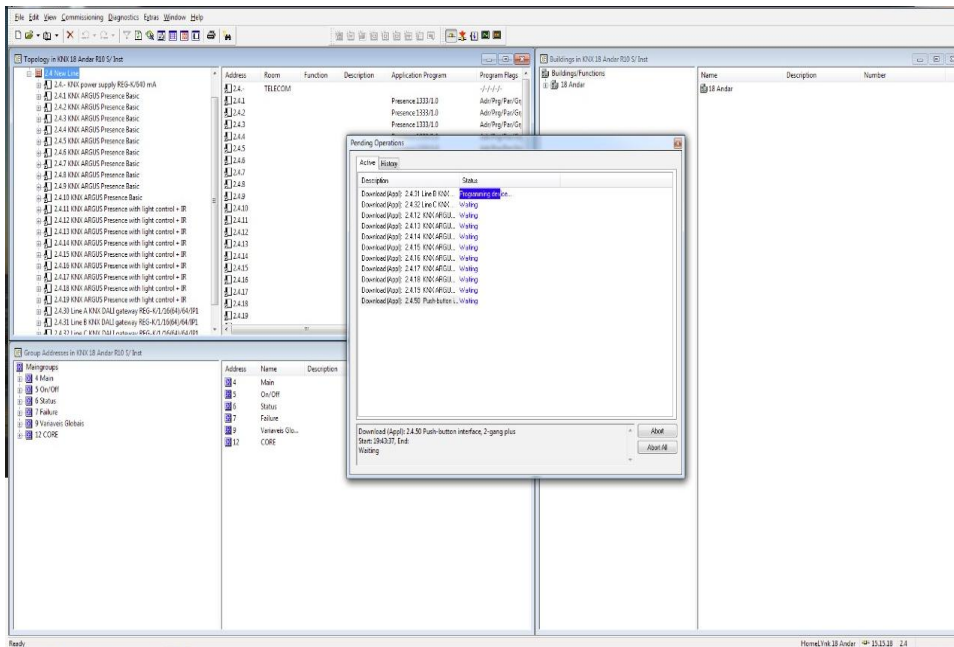
Cada reator tem um endereço, esse endereçamento  feito também no ETS. As Figuras 9, 10 e 11 apresentam procedimento de realização do reendereço de todos os components ECG efetuado pelo técnico da automao após a queima e troca de um reator ou gateway dali.

Figura 09 – Menu de reendereço



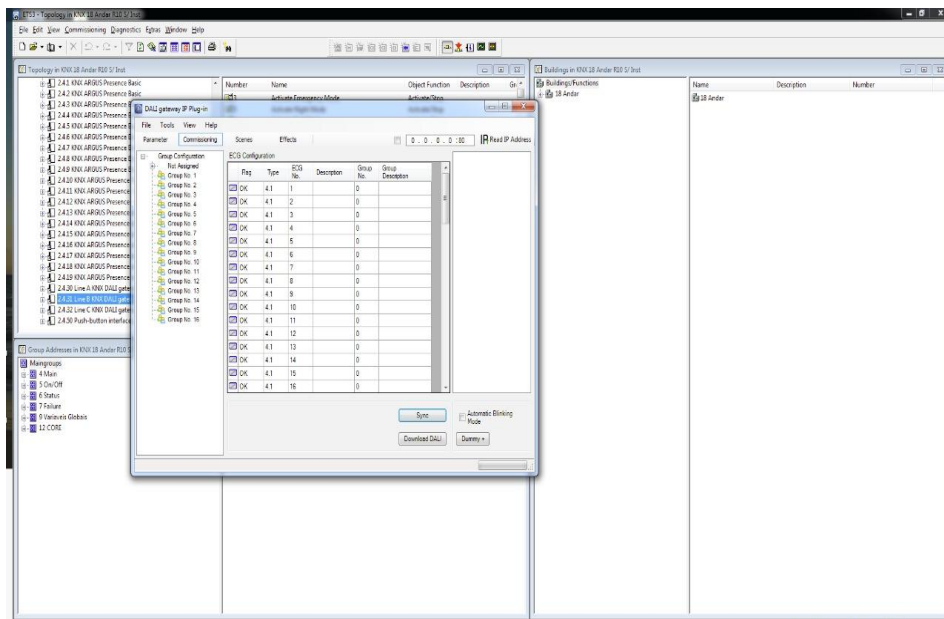
Fonte Software de programação ETS.

Figura 10 – Menu de reendereço



Fonte Software de programação ETS.

Figura 11– Painel com os reendereçoamentos já realizados



Fonte Software de programação ETS

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da análise do projeto de automação predial instalado na empresa Localiza Hertz é possível se inferir que as atividades de manutenção realizadas atualmente envolvem apenas o monitoramento dos equipamentos e a realização de novo endereçamento após a substituição ou reparo de componente que apresentou falha no sistema de controle de iluminação.

As Figuras 12, 13 e 14 apresentam o quadro automação de um andar tipo do prédio com a devida disposição dos dispositivos, conforme verifica-se a seguir:

Figura 12- Quadro de Automação



Fonte: Da Autora (2019).

Nota-se dos componentes constantes no quadro de automação da Figura 09 são: número 01 são os módulos de automação das persianas, os de número 02 são os bornes das persianas; o de número 03 é o disjuntor do quadro; o componente de número 04 é a fonte de alimentação; o de número 05 é HomeLynk; o componente de número 06 é a fonte KNX; O de número 07 é o GatewayDali A; o de número 08 é o GatewayDali B e o de número 09 é o GatewayDali C.

Figura 13- Fonte HomeLynk e Fonte KNX



Fonte: Da Autora (2019).

Na Figura 13, os itens numerados com o número 01 são a linha de alimentação; os itens de número 02 a linha KNX e o de número 04 é a Ethernet.

Figura 14- Gateway Dali A, B, C



Fonte: Da Autora (2019).

Nota-se na fotografia da Figura 14 que o componente de número 01 é a alimentação; o componente de número 02 é o KNX e o de número 03 é a linha DALI.

A Figura 15 apresenta um dos reatores que compõem o projeto de controle de iluminação da locadora de veículos:

Figura 15– Reator



Fonte: Da Autora (2019).

A Figura 16 apresenta a linha KNX chegando ao sensor de presença



Fonte: Da Autora (2019).

Observa-se que o projeto de automação de controle de iluminação instalado na empresa foi criado com base nas necessidades das instalações e ambientes da locadora de veículos, sendo a sua programação realizada para se atender às necessidades de um edifício do porte da Matriz da capital mineira.

A Figura 17 apresenta o setor onde o controle de iluminação descrito está instalado:

Figura 17- Setor A1



Fonte: Da Autora (2019).

Nesse aspecto, a implementação do projeto de controle de iluminação apresentado gerou uma economia de 20% à 30% do consumo de energia no edifício, uma vez que o uso dos sensores instalados com detecção de presença e luminosidade culminaram em maior eficiência energética, considerando também o maior aproveitamento da luz natural nos ambientes.

Os resultados da implementação do projeto da Matriz da Localiza demonstram que ele garante um fluxo luminoso no ambiente de trabalho de 500 a 600 lumens, em consonância com o que prevê a ABNT para esse tipo de ambiente, promovendo assim a satisfação dos usuários do edifício.

Todavia, a partir da realização das atividades também se chegou à conclusão de que a empresa se preocupa em apenas realizar atividades básicas de monitoramento e manutenção corretiva de seus equipamentos, não possuindo um plano de manutenção preventiva dos componentes do sistema de iluminação.

De acordo com Martins (2008), a manutenção preventiva é um tipo de manutenção que pode ser compreendido como um conjunto de atividades que visa evitar falhas nas instalações, com o comprometimento do seu desempenho. Ela depende diretamente de informações a respeito da edificação, sendo alimentados por dados dos fabricantes, históricos de manutenção e avaliações das instalações através de rotinas periódicas e de vistorias de inspeção predial.

Desse modo, se observa que as atividades de manutenção preventiva envolvem muito mais do que atividades de monitoramento do projeto de automação predial sendo necessária a implementação de um plano de manutenção que preveja a manutenção programada de componentes do sistema de iluminação antes que esses precisem de reparos por terem apresentado falhas.

De acordo com o que estabelece a NBR 5674:2012, a Manutenção Preventiva é caracterizada por serviços cuja realização seja programada com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, estimativas da durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, e relatórios de verificações periódicas sobre o seu estado de degradação

A necessidade da implementação de um plano de manutenção preventiva na Matriz da Localiza Hertz demonstra-se latente pela necessidade de se reduzir gastos com as manutenções não programadas realizadas pela empresa terceirizada e pela necessidade de se impedir ausência de iluminação adequada em determinados ambientes da locadora durante o período de seu funcionamento, o que nitidamente prejudica a realização das atividades primordiais da empresa bem como causa transtornos para os seus usuários.

Constatou-se nesse sentido, que a empresa sequer conta com um levantamento de custos com a troca de equipamentos do sistema de controle de iluminação, o que reforça ainda mais a necessidade de implementação de manutenção preventiva nas instalações do prédio.

De acordo com Villanueva(2015), a manutenção preventiva representa importante fator para o bom desempenho das edificações, uma vez que permite maior vida útil aos componentes de determinado projeto, o que gera economia e eficiência para o alcance dos objetivos definidos na elaboração de um projeto de controle de iluminação.

Diante de todo o exposto, verifica-se que o projeto de automação predial para controle de iluminação instalado na empresa Localiza Hertz Matriz apresenta peculiaridades características de um edifício do porte da organização onde o estudo foi realizado. No entanto, as atividades de manutenção desse projeto de automação predial carecem de melhorias para o

aumento da eficiência do controle de iluminação realizado no edifício, logo, uma sugestão identificada seria a implementação de um plano de manutenção preventiva com fundamento também no que informam os autores supramencionados.

5. CONCLUSÃO

A instalação de um projeto de controle de iluminação automatizada dentro da Localiza Hertz Matriz foi realizada visando atender a finalidade de que cada ambiente tenha a iluminação necessária para a realização das atividades primordiais da locadora de veículos, sendo observados requisitos como a presença de usuários e a luminosidade natural existente no ambiente.

Através da realização desse trabalho, foi possível se verificar que as atividades realizadas pelo profissional da automação no sistema de controle de iluminação da empresa consistem no monitoramento do funcionamento dos equipamentos e na solicitação de reparo ou substituição de componentes à empresa terceirizada que presta serviços para a organização.

No mesmo sentido, a realização do trabalho permitiu a compreensão detalhada do funcionamento do sistema de controle de iluminação da locadora de veículos, sendo possível se compreender sobre a função de cada componente, bem como a sua necessidade para o projeto de automação.

Desse modo, conclui-se que o projeto de controle de iluminação apresentado possui peculiaridades relacionadas às necessidades da locadora de veículos e foi instalado visando diversos requisitos como, por exemplo, a economia energética e a otimização da luminosidade nos ambientes de trabalho.

5.1 Propostas de continuidade

O estudo do projeto de controle de iluminação mencionado permitiu a verificação da necessidade de implementação de um plano de manutenção preventiva na Matriz Localiza Hertz, uma vez que a organização ainda não possui um e a sua criação permitiria um funcionamento mais eficiente do sistema de iluminação.

Nesse sentido, nota-se que a realização da manutenção preventiva possibilitaria um banco de dados preciso sobre a quantidade de componentes periodicamente utilizados, bem como permitiria a redução das manutenções corretivas não programadas que geralmente prejudicam a utilização dos ambientes de trabalho.

Uma sugestão para a implementação desse plano de manutenção seria ativar no sistema a opção de horas trabalhadas de cada lâmpada que permitiria o planejamento da

compra e das manutenções desses itens, o que possibilitaria melhor satisfação do usuário que não ficaria sem iluminação no ambiente de trabalho de forma não programada e também geraria maior economia para a empresa que com o planejamento da compra desses itens poderia conseguir melhores preços.

REFERÊNCIAS

AKARI LAMPADAS. Reator Eletrônico Dimerizável. Disponível em: <https://www.akarilampadas.com.br/produto/reator-eletronico-dimerizavel-87.php> . Acesso em 30 Jul.2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674** -- Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro,2012.

ARAÚJO, I. B. Q.; SOUTO, Filipe Vidal; COSTA JUNIOR, A. G. Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. In: **Anais: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge), Belém, UFPA**. 2012.

BRAGA, Laura Caixeta. **Estudo de aspectos de eficiência energética de edificações com uma abordagem de automação predial**. 2007 (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2007.

BOLZANI, Caio Augustus Morais. **Residências Inteligentes**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

CARVALHO, Marcos Corrêa de. **Proposta de Metodologia para Integração de Sistemas de Automação Predial**. 2009. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2009.

COELHO, Darlene Figueiredo Borges; CRUZ, Victor Hugo do Nascimento. **Edifícios inteligentes: uma visão das tecnologias aplicadas**. São Paulo: Blucher, 2017.

COSTA, Henrique Dariva Nascimento; MERINO, Régis Keller Zortéa; PEREIRA, Wellington Alves. **Desenvolvimento e análise de um sistema de automação predial utilizando uma central de controle via rede externa**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.2013.

COURAS, Ivan Maurício Marques Valente. **Gestão técnica de edifícios: aplicação em edifício escolar**. 2011. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/2587>. Acesso em 30 Ago 2020.

DE LA CRUZ, Jaime Diaz. DE LA CRUZ, Eduardo Diaz. **Automação Predial 4.0**. A automação predial na 4ª Geração. Editora Brasport. 2019.

HORN, Ricardo. **Atuador sem fio para aplicações em automação residencial**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/296/MONOGRAFIA%20RICARDO%20HORN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 30 Ago. 2019.

KURATA, Marcos Noboru. Automação da Iluminação e eficiência energética em edificações: o sistema de controle de iluminação DALI: um estudo de caso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. São Paulo. 2016. Disponível em: <http://repo.ifsp.edu.br/123456789/38> . Acesso em 30 Ago.2020.

LEROY MERLIN. Sensor de Luminosidade IoT E-Comfort Pixel TI. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/sensor-de-luminosidade-iot-e-comfort-pixel-ti_90682543 Acesso em 30 Jul. 2020.

LEROY MERLIN. Sensor de Presença interno Bivolt. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/sensor-de-presenca--interno-bivolt-qualitronix_89562130 Acesso em 30 Jul.2020.

MELO, Luan Pacheco Cunha. Iluminação inteligente : psicologia e eficiência energética. 2015. 61 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

MONTEIRO, J. V. (2004). Montagem de um sistema didático utilizando a tecnologia Instabus/EIB da Siemens. Porto: Faculdade de Engenharia do Porto

ORTIZ, Luiz Henrique Oliveira. **Sistema de automação residencial com ênfase em segurança e economia energética**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Autmação). Universidade do Estado do Amazonas. Manaus. 2018.

PELLENZ, Anderson. **Sistema de automação residencial**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. (Tecnólogo em Automação Industrial) Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/3781/TCC%20Anderson%20Pellenz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 30 Ago. 2019.

PEREIRA, Luiz A. de M. **Automação Residencial: rumo a um futuro pleno de novas soluções**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia Industrial Elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2013.

PINTO, Jéssica Ferreira. **Tecnologias de automação de edifícios para melhoria do conforto e usabilidade de um edifício empresarial**. 2019. Tese de Doutorado.

PRUDENTE, Francesco. **Automação Predial e Residencial: Uma Introdução**. 1. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011

RIBEIRO, Carlos Eduardo. **DOMÓTICA: viabilidade da Automação Residencial**. 2018. Trabalho de Coclusão de Curso (Engenharia Elétrica). Centro Universitário do Sul de Minas. Varginha. 2018.

RIBEIRO, José P. L. Edifícios inteligentes – **Domótica e arquitetura bioclimática**. 2004. 80f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Fernando Pessoa, Cidade do Porto, Portugal, 2004.

SXLIGHTING. O que é iluminação industrial com protocolo de iluminação DALI. Disponível em: <https://sxlighting.com.br/blog/o-que-e-iluminacao-industrial-com-protocolo-de-comunicacao-dali/> Acesso em: 01 Set. 2020.

VILLANUEVA, Marina Miranda. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

WIRE ENGENHARIA. O protocol KNX. Disponível em: <http://wireengenharia.com.br/br/o-protocolo-knx/#:~:text=O%20KNX%20funciona%20basicamente%20em,informa%C3%A7%C3%B5es%20de%20um%20processador%20central.&text=Na%20figura%203%20tem%2Dse.de%20liga%C3%A7%C3%A3o%20de%20dispositivos%20KNX>. Acesso em: 31 Ago.2020.