



**FACULDADE DE ENGENHARIA DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

CURSO: LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

**PROJECÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA KNX PARA
MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS
INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PRÉDIAIS – ESTUDO DE CASO:
PRÉDIO RESIDÊNCIAL DOS CFM NO BAIRRO KAMPFUMO,
CIDADE DE MAPUTO**

O Autor: Máico Ercélio Albino Ezequiel

Supervisor: Mestre Anacleto João Albino, Eng^o

Maputo, Dezembro de 2023



**FACULDADE DE ENGENHARIA DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

CURSO: LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

**PROJECÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA KNX PARA
MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS
INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PRÉDIAIS – ESTUDO DE CASO:
PRÉDIO RESIDÊNCIAL DOS CFM NO BAIRRO KAMPFUMO,
CIDADE DE MAPUTO**

O Autor: Máico Ercélio Albino Ezequiel

Supervisor: Mestre Anacleto João Albino, Eng^o

Maputo, Dezembro de 2023

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Máico Ercélio Albino Ezequiel, estudante do 5^o nível do curso de Engenharia Eléctrica na Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, declaro por minha honra, que este trabalho é da minha autoria, sendo fruto dos conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação, investigação pessoal e da orientação do Supervisor. O conteúdo deste trabalho é original e todos os documentos consultados estão devidamente identificados na bibliografia.

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu pai Pedro Ezequiel Guinda Gonçalves e a minha mãe Ester Albino José Saúl, trabalhadores, batalhadores que sempre se empenharam na minha educação ao longo de suas vidas; a minha esposa Maira Vânia Reis Rachide Ezequiel pela ajuda e apoio incondicional e aos meus filhos Nicélio Máico Limbavo Ezequiel e Ayden Khalfan Rachide Ezequiel pela motivação e alegria.

Agradecimentos

A Deus primeiramente pelo Dom da Vida, saúde, protecção e por todas bênçãos concedida ao longo da vida e em particular por me dar forças para que pudesse superar todos obstáculos durante essa jornada.

A minha família, por sempre estar presente e me apoiar em todas as minhas decisões e momentos difíceis, pelo conforto, apoio, carinho, dedicação, e por depositar fé em mim nesta caminhada.

Ao Departamento de Engenharia Electrotécnica da Universidade Eduardo Mondlane, a todos os docentes desta instituição pela sua importância durante o processo de graduação, em especial ao meu Supervisor Mestre Anacleto João Albino, Eng^o pela orientação brilhante durante elaboração deste trabalho, pelo apoio, incentivo e sobretudo pela confiança em mim durante a realização do estudo.

A comissão de moradores gestora do prédio residencial dos CFM por permitir a realização do meu estudo, pela disponibilidade, paciência, pelo acompanhamento e sugestões.

Aos Colegas e amigos que fiz durante o período na Faculdade de Engenharia e na UEM, pela amizade e companheirismo em todas as fases no decorrer do curso, por me apoiarem e me darem forças para continuar sempre em frente.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização e conclusão deste trabalho e no meu percurso estudantil.

Resumo

Ao longo dos anos tem-se verificado um desenvolvimento muito significativo no domínio da domótica. Actualmente, ela é uma realidade presente nos edifícios, pois uma instalação de domótica permite aos utilizadores um maior conforto, segurança e eficiência energética. A eficiência energética aplicada aos edifícios assim como o desenvolvimento de sistemas centralizados é um assunto recorrente nos dias de hoje, pretende-se implementar o protocolo KONNEX (KNX) na instalação do prédio residencial dos CFM no Bairro Kampfumo, cidade de Maputo, de modo a obter redução dos custos de exploração e um sistema de gestão técnica centralizada de iluminação, assim como a possibilidade de regulação da intensidade de luz emitida pelas luminárias em função da luz natural que penetra em determinado ambiente através do protocolo DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*), no qual é integrado a rede KNX pelas Gateways KNX/DALI. Com a modernização dos sistemas eléctricos e aparição de edifícios novos no bairro, torna-se importante melhorar as instalações eléctricas deste edifício porque apresenta um grau de eficiência muito baixo. Este trabalho visa desenvolver um projecto de um sistema de domótica KNX para melhoria da eficiência energética, que visará a gestão inteligente das instalações eléctricas do edifício predial dos CFM para que se use a energia eléctrica de forma racional e sem desperdícios.

Palavras-chave: Automação de Edifícios, Eficiência Energética, Domótica, Protocolo KNX, *Digital Addressable Lighting Interface (DALI)*, *Regulação de Fluxo Luminoso*

Abstract

Over the years there has been significant development in the field of home automation. Today, it is a reality in buildings, as a home automation installation provides users with greater comfort, security and energy efficiency. Energy efficiency applied to buildings, as well as the development of centralised systems, is a recurring theme these days. The aim is to implement the KONNEX (KNX) protocol in the CFM residential building in Neighbourhood Kampfumo, Maputo city, in order to obtain a reduction in operating costs and a centralised technical lighting management system, as well as the possibility of regulating the intensity of the light emitted by the luminaires according to the natural light that penetrates a given environment via the DALI (Digital Addressable Lighting Interface) protocol, which is integrated into the KNX network via the KNX/DALI Gateways. With the modernisation of electrical systems and the appearance of new buildings in the neighbourhood, it has become important to improve the electrical installations in this building because it has a very low level of efficiency. This work aims to develop a project for a KNX home automation system to improve energy efficiency, which will aim to intelligently manage the electrical installations in the CFM building so that electrical energy is used rationally and without waste.

Keywords: Building Automation, Energy Efficiency, Home Automation, KNX Protocol, Digital Addressable Lighting Interface (DALI), Dimming.

Índice

Dedicatória	I
Agradecimentos.....	II
Resumo	III
Abstract	IV
Lista de Símbolos	VII
Lista de tabelas	VIII
Lista de Abreviaturas	IX
1. Introdução.....	1
1.1 Estrutura do Trabalho	2
1.2 Objectivos	3
1.2.1 Objectivo Geral.....	3
1.2.2 Objectivos Específicos	3
1.3 Metodologia	3
1.3.1 Tipo ou método de pesquisa	4
2. Fundamentos da Tecnologia KNX.....	5
2.1 Edifícios Inteligentes	5
2.1.1 Definição de Edifício Inteligente	5
2.2 Gestão Técnica de Edifícios	6
2.2.1. Domótica	6
2.2.2 Definição de Inmótica ou Gestão Técnica de Edifícios.....	7
2.2.3 Vantagem de Integração	7
2.3 Sistemas Standard e Protocolos	8
2.3.1 Introdução ao KONNEX (KNX).....	8
2.3.2 Meios de Comunicação	14
2.3.3 Software ETS	17
2.3.4. KNX Simulator em português designa-se de simulador KNX.....	19

2.3.5. Equipamentos que constituem o sistema KNX.....	20
2.3.6 Tecnologia DALI.....	25
2.4 Eficiência Energética.....	27
2.4.1 A norma EN15232.....	27
2.4.2 Classes de eficiência dos edifícios.....	28
2.4.3 Determinação da classe de eficiência de um edifício pela norma EN15232.....	30
3. Caso de Estudo.....	33
3.1 Descrição do Edifício.....	33
3.2.1 Arquitectura.....	33
3.1.2 Entrada de energia.....	34
3.1.3 Cargas.....	34
3.1.4 Gestão técnica centralizada (GTC) do edifício.....	34
3.1.5 Rede KNX do edifício.....	35
3.1.6 Iluminação do edifício.....	36
3.2. Determinação do potencial de factor de poupança do edifício.....	37
3.3. Levantamento de carga do sistema de iluminação do edifício.....	37
3.3.1. Consumo médio de energia.....	39
3.3.2 Custo médio mensal de consumo de Energia.....	40
3.3.3 Situação lâmpada fluorescente versus lâmpada LED.....	40
3.3.4 Análise económica das possíveis situações de troca de lâmpadas.....	44
4. Capítulo IV - Conclusões e Recomendações.....	45
4.1 Conclusão.....	45
Bibliografia.....	46
ANEXOS.....	47
Anexo 1- Aplicações e funcionalidades do protocolo KNX.....	48

Lista de Símbolos

A	Corrente (A)
M	Comprimento (metro)
Wh	Energia
Hz	Frequência (Hertz)
MZN	Moeda (metical)
Lx	Nível de iluminância (Lux)
H	Tempo (hora)
VA	Potência aparente (Volt Ampere)
W	Potência activa (watt)
%	Porcentagem
un	Quantidade (unidade)
ml	Quantidade (metro linear)
V	Tensão (volts)

Lista de tabelas

Tabela 2.1 Funções das classes de eficiência dos sistemas de automação e controlo de edifícios (BACS) e sistemas de gestão técnica (TBM) consoante a norma

EN15232..... 29

Tabela 2.2. Excerto da norma EN15232:2012, relativa à tabela de definição das classes de eficiência para o controlo de iluminação, estores e sistemas de gestão técnica de

edifícios.....31

Tabela 3.1. Carga de Iluminação da Cave.....38

Tabela 3.2. Carga de iluminação do 1º Andar38

Tabela 3.3. Carga de iluminação do Apartamentos do 2º Andar ao 19º Andar.....38

Tabela 3.4. Carga de iluminação Cobertura.....38

Tabela 3.5. Carga de iluminação das escadas e serviços comuns.....39

Tabela 3.6. Consumo médio mensal do edifício.....40

Tabela 3.7 – Comparativo de custo entre Lâmpadas à disposição no mercado41

Tabela 3.8 – Tarifário de Energia Eléctrica Categorias: Social, Doméstica, Agrícola e Geral41

Lista de Abreviaturas

AA	Acoplador de Área
AC	Ar condicionado
AL	Acoplador de Linha
AML	Amplificador de Linha
AQS	Águas Quentes Sanitárias
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BACnet	<i>Bulding Automation Control Network</i>
BACS	<i>Building Automation Control System</i>
BAU	<i>Barramento Acess Unit</i>
BCI	<i>BatiBus Club International</i>
C	Custo diário por piso
CEBus	<i>Consumer Electronic Bus</i>
CEN	Comité Europeu de Normalização
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
C_I	Custo de climatização no Inverno
C_v	Custo de climatização Verão
CT	Custo total diário
CT_{KNX}	Custo total diário com o sistema KNX
CFM	Caminhos de Ferro de Moçambique
D	Dias úteis de utilização do edifício
DALI	Digital Addressable Ligthing Interface
DC	Corrente Contínua
EHS	European Home Sytems
EDM	Electricidade de Moçambique

EI	Edifício Inteligente
EIB	<i>European Installation Bus</i>
EIBG	European Intelligent Building Group
EIBA	European Installation Bus Association
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
ETS	Engineering Tool Software
FA	Fonte de Alimentação
h	Horas de Utilização
IP	Internet Protocol
IR	InfraRed
ISO	International Organization for Standardization
IVA	Imposto sobre o valor acrescentado
KNX	KONNEX
LonWorks	Local Operations Network
n1	Número de meses em estações quentes
n2	Número de meses em estações frias
P1	Poupanças anuais na iluminação
P2	Poupanças anuais na climatização
PL	Power Line
P_T	Potência Total
RECS	Regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e Serviços
REH	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

1. Introdução

A preocupação com o meio ambiente, escassez de recursos, redução de custos de produção, e claro, o desejo de sustentabilidade, tem sido uma constante no nosso passado, presente e futuro, no que diz respeito à utilização da energia eléctrica.

As instalações eléctricas prediais de baixa tensão representam o meio de ligação entre a concessionária Electricidade de Moçambique e equipamentos finais. O prédio dos CFM situado na Avenida 24 de Julho, por ser um edifício antigo e com mais de 30 anos é constituído por materiais e equipamentos que desperdiçam muita energia eléctrica que implica que o grau de eficiência energética seja muito baixo.

Com a modernização dos sistemas eléctricos e aparição de edifícios novos no bairro, este edifício apresenta ainda o grau de eficiência energética muito baixo.

As instalações eléctricas convencionais são predominantemente constituídas de equipamentos activos em que a alimentação de todos os pontos assim como as funções de controlo são executadas através de cabos individuais, o que não permite a interligação de todos os sistemas e não transmite todos sinais de controlo, não permitindo assim a adaptação das necessidades do utilizador de forma rápida, simples e económica, em que é possível efectuar a gestão e monitorização da instalação, e por ser completamente descentralizado, apresenta desvantagem em caso de se registar avaria num equipamento, apenas o mesmo deixa de funcionar, o sistema mantém-se em funcionamento sendo que o utilizador não tem como saber sem verificar ponto a ponto da instalação.

Ao longo dos anos tem-se verificado um desenvolvimento muito significativo no domínio da domótica. Actualmente é uma realidade presente nos edifícios, pois uma instalação de domótica permite aos utilizadores um maior conforto, segurança e eficiência energética. Com a modernização dos sistemas eléctricos e a aparição de edifícios novos, vai se tornando essencial a boa introdução e utilização do controlo de edifícios inteligentes porque contribui para a optimização da eficiência energética.

A desvantagem de implementação desses sistemas é devido ao seu custo na aquisição para introdução em sistemas tradicionais.

Este trabalho visa apresentar o sistema de domótica KNX de forma a efectuar uma gestão inteligente de fontes de energia, redes e instalações eléctricas: iluminação,

sistemas de climatização, electrodomésticos e cargas terciárias, permitindo a utilização mais eficiente da energia eléctrica em todo seu sistema, seja nas fontes, redes, resultando na vantagem numa desejada diminuição do consumo eléctrico sem prejudicar a utilização das cargas, redução dos custos que pesam no orçamento mensal e melhoria na qualidade de ambiente e imagem do edifício dos CFM. Embora este é um edifício projectado com base numa arquitectura antiga, a eficiência energética é um dos elementos a ser levado em consideração, respondendo a actual sensibilização doméstica pela Electricidade de Moçambique, E.P, para adopção de medidas que promovam a eficiência energética passiva, como a substituição de lâmpadas incandescentes por outras de baixo consumo, melhoria da qualidade das instalações eléctricas, emprego de fontes renováveis, para além destas existem outras medidas que podem ser tomadas de modo a tornar os edifícios mais eficientes.

Este género de medida passa por equipar os edifícios de “inteligência” recorrendo a sistemas como KNX. O KNX é um protocolo universal de automação, podendo ser aplicado em residências, edifícios empresariais, hospitais, escolas. Sua função é realizar o controlo, automação e monitoramento dos diversos recursos presentes em um edifício, garantindo-se assim melhorias na eficiência energética das instalações.

Estas melhorias na eficiência energética podem ser estimadas de forma precisa através da norma europeia EN1523. Ela especifica métodos que permitem avaliar o impacto das funções dos sistemas de automação e controlo de edifícios (*BACS – Building Automation Control System*) e de gestão técnica de edifícios (*TBM – Technical Building Management*) no desempenho energético dos edifícios, assim como um método para definir os requisitos mínimos destas funções a serem implementadas num edifício.

1.1 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é composto por quatro capítulos no qual o primeiro capítulo é referente a parte introdutória, apresentando o tema e os objectivos a que se propõe. No segundo capítulo é dada a fundamentação teórica onde são apresentados conceitos de edifícios inteligentes, definições e descrição dos diversos elementos que compõem o sistema KNX. O terceiro é destinado a projecção do caso em estudo, nele é apresentado a descrição do edifício, dados colhidos e a respectiva análise, respectivos custos e benefícios. No quarto são apresentadas as conclusões obtidas.

1.2 Objectivos

1.2.1 Objectivo Geral

Projectar um sistema de domótica KNX de gestão inteligente para melhoria do grau de eficiência energética nas instalações eléctricas prediais no prédio residencial dos CFM.

1.2.2 Objectivos Específicos

- Rever a literatura sobre domótica de KNX na análise de classes energéticas e de custos de energia;
- Investigar as condições operacionais dos materiais eléctricos;
- Descrever a integração do protocolo KNX ao sistema DALI;
- Identificar o protótipo de domótica com a intercomunicação sem fio;

1.3 Metodologia

Para o desenvolvimento do presente trabalho recorreu-se à revisão da literatura que conduziram a uma pesquisa de estudo de caso que baseou-se em conhecimentos de pesquisa aplicada para solucionar problemas observados em instalações eléctricas prediais convencionais.

O interesse deste estudo de caso esteve voltado na proposta de aplicação de um sistema de gestão KNX de modo a melhorar a eficiência energética da instalação eléctrica.

O estudo de caso do presente trabalho teve como objectivo, os seguintes pressupostos para a compreensão dos diversos aspectos das instalações eléctricas prediais convencionais, suas características, configurações, modo de operação, as necessidades energéticas e gestão da instalação e para a proposta da aplicação de um sistema de gestão da instalação baseado na domótica KNX, transformando assim o edifício em inteligente.

As fases do estudo de caso utilizadas para realização deste trabalho são as seguintes:

1ª fase: realizou-se a pesquisa bibliográfica mediante o uso de materiais já elaborados:

livros científicos, artigos científicos, documentos electrónicos e enciclopédias na busca de conhecimentos sobre instalações eléctricas prediais convencionais para propor a aplicação de um sistema domótica KNX.

2ª fase: determinação da natureza da pesquisa como aplicada por gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos a solução de problemas específicos, as técnicas empregues na escolha de dados e na selecção da população alvo para sistemas de domótica KNX.

1.3.1 Tipo ou método de pesquisa

Quanto ao procedimento, esta pesquisa foi classificada como um estudo de caso que debruçou-se sobre o fenómeno no seu contexto real: o campo de investigação apresentou-se pouco construído, logo mais real; pouco limitado, logo mais aberto e pouco produzido, logo menos controlado.

Quanto aos objectivos do estudo, esta pesquisa foi classificada como exploratória e descritiva. Segundo (Gil, 2008) uma pesquisa exploratória é aquela realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado e que, pela sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, podem surgir durante ou ao final da pesquisa. Segundo (Gil, 2008) complementa que as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objectivo de proporcionar uma visão geral de um determinado facto.

É apresentado um estudo de caso como forma de desenvolver e implementar o sistema domótica, segundo (Boaventura, 2004) o estudo de caso possui uma metodologia de pesquisa classificada como aplicada, na qual se busca a aplicação prática de conhecimentos para a solução de problemas sociais. Segundo (Gil, 2008) complementa afirmando que as pesquisas com esse tipo de natureza estão voltadas mais para a aplicação imediata de conhecimentos em uma realidade circunstancial, revelando o desenvolvimento de teorias, baseada na norma europeia EN1523 que foi usada para a análise da eficiência energética do edifício.

Assim, trata-se de uma pesquisa exploratória-descritiva, porque procurou expor as características de sistema domótica KNX que teve como objectivo foi de descrever a forma como estes sistemas dão origem a optimização e gestão das instalações eléctricas convencionais.

O presente trabalho teve como variável categórica nominal dependente grau de eficiência energética e como variável independente sistema de domótica KNX para o meio ambiente que influencia, determina ou afecta a instalação eléctrica predial

convencional, na qual o sistema domótica KNX é o factor determinante do estudo de caso da condição ou causa de um efeito manipulado pelo pesquisador.

2. Fundamentos da Tecnologia KNX

2.1 Edifícios Inteligentes

O conceito de edifícios inteligentes, ao contrário do que se possa pensar, não é algo recente. Este, já se encontra sob estudo desde os anos 80, nos Estados Unidos da América, onde a nomenclatura era *intelligent building* ou *smart building*. Inicialmente a preocupação, própria da época, era essencialmente a redução de custos de exploração e construção. Com o passar do tempo, as funcionalidades de um edifício inteligente foram aumentando, o que conseqüentemente alterou sua definição.

Segundo Mourinho, J (2014) Actualmente a definição de um edifício inteligente engloba um conjunto de elementos a serem considerados, que vão desde a localização do edificio até seus impactos ambientais, passando por todas as variáveis técnicas existentes nos projectos eléctricos, hidráulicos e de climatização.

Segundo C. S. Renato Nunes, *in* “Edifícios Inteligentes: conceitos e serviços”, não existe uma definição universal que se aplique a um edifício inteligente, no entanto quando este é abordado, conceitos comuns são mencionados. Com a interacção e trabalho conjunto de áreas como: telecomunicações, electrónica, informática, automação e até arquitectura, é possível então começar a entender o “Edifício Inteligente”. Ao existir troca de informação entre dois sistemas, e até mesmo com o uso de tecnologias, que satisfaçam e optimizem as necessidades dos utilizadores, pode dizer-se que se está perante um edifício inteligente.

2.1.1 Definição de Edifício Inteligente

Conforme referido anteriormente, é complicado formular uma definição única para edifícios inteligentes que seja aceite em todo mundo. Contudo, não é importante que haja uma definição padronizada relativamente a edifícios inteligentes, todavia, é crucial que exista uma forma clara de compreender aquilo que diferentes pessoas falam acerca deste tema, especialmente quando este tipo de terminologia é utilizado.

Consoante os países, as regiões, a mentalidade, cada um terá seguramente as suas preferências e conceitos relativamente aos edifícios inteligentes, porém segundo S. Wang (2010, p.1-6) existem aproximações na forma como os definem, sendo possível agrupar em três categorias:

- definições baseadas na *performance* ou desempenho que em vez de enfatizar as tecnologias ou sistemas a usar, a atenção recai no desempenho que o edifício deve ter, e para os pedidos dos seus utilizadores;
- definições baseadas em serviços, onde os edifícios inteligentes baseiam-se nos seus serviços e ou qualidade dos serviços prestados pelos edifícios, baseando-se em funções de comunicação, automação de escritórios e edifícios;
- definições baseadas em sistemas, onde nesta definição os edifícios inteligentes são baseados nas tecnologias e sistemas que os mesmos edifícios devem conter, devem conseguir, uma automação de edifícios e escritórios, sistemas de comunicação entre redes e que haja uma ligação de estruturas, sistemas, serviços e gestão.

2.2 Gestão Técnica de Edifícios

2.2.1. Domótica

A palavra domótica tem vindo nos últimos anos a ser utilizada incorrectamente para definir qualquer tipo de automatização de edifícios. Domótica tem a sua génese na união da palavra latina *domus*, que significa casa, com a palavra automática ou informática, consoante os autores.

No entanto, o seu significado tem como objectivo definir “*um sistema integrado que permite, de uma forma simples, controlar, com um só equipamento, tudo o que diz respeito a uma habitação*”, segundo o Dicionário Online da Porto Editora. Segundo Mourinho, J. (2014) a domótica pretende garantir a integração de todos os sistemas existentes numa habitação, de modo a proporcionar maior segurança, conforto, eficiência energética, entretenimento, com a menor intervenção possível por parte dos utilizadores nesta gestão, garantindo-lhes a maior flexibilidade, utilidade e simplicidade possíveis.

2.2.2 Definição de Inmótica ou Gestão Técnica de Edifícios

Sendo etimologicamente utilizada a palavra domótica para a gestão de habitações, a gestão de outro tipo de edifícios não-residenciais é denominada de *inmótica* na literatura espanhola, ou *building management system* na literatura anglo-saxónica, para definir a Gestão Técnica de Edifícios (GTE). A GTE encontra-se orientada para a gerir grandes edificações, nomeadamente hotéis, bancos, museus, hospitais, universidades, entre outros, de modo a garantir uma eficiência energética, segurança, conforto e comunicação segundo (Mourinho, J. 2014).

2.2.3 Vantagem de Integração

A integração assume uma elevada importância no contexto dos edifícios inteligentes. À medida que os edifícios se tornam mais caros e complexos, e que aumenta o número e a sofisticação de tecnologias, torna-se favorável que vários sistemas comuniquem entre si, trocando informação e cooperando para atingir objectivos comuns. A integração deve ser então o mais abrangente possível. Segundo (Horta, J. 2016) a solução óptima corresponde a uma sobreposição dos vários domínios, sumariamente podemos constatar algumas das vantagens que este tema nos proporciona:

- Melhor aproveitamento dos recursos existentes e uma maior eficácia na sua utilização;
- Novas funções, proveniente da interacção e cooperação entre sistemas e aplicações;
- Reacções mais coordenadas e rápidas;
- Capacidade de correlacionar informação, de a processar e de otimizar decisões;
- Acesso aos vários sistemas através de um mesmo ponto, oferecendo uma utilização mais simplificada, flexível e eficaz;
- Aumento de produtividade, facilitando a execução de tarefas;
- Retorno financeiro e poupança a médio/longo prazo;
- Segurança e tranquilidade ao utilizador;
- Monitorização de consumos/racionalização de energia.

2.3 Sistemas Standard e Protocolos

De acordo com o que já foi exposto antes em termos de integração de sistemas, surge a necessidade de existir uma “linguagem”, para que os ditos sistemas, sensores e actuadores, consigam comunicar entre si. Portanto, é essencial que se faça uma breve abordagem sobre os protocolos de comunicação.

Um protocolo é o método, ou forma normalizada de comunicação entre equipamentos, onde através de um conjunto de regras e procedimentos, é possível a comunicação entre processos, que se podem executar com máquinas diferentes ou não. Com a ligação de vários equipamentos, obedecendo ao mesmo protocolo normalizado é então possível a troca de dados nesta rede. Segundo (Horta, J. 2016). As tecnologias *standard*, são usualmente fruto de uma aliança entre vários fabricantes, o que facilita e promove o desenvolvimento dos protocolos de comunicação, visto que são estes são abertos e estão disponíveis a qualquer entidade.

A escolha de protocolos entre dispositivos da mesma rede poderá ser diferente em função do sistema que esta se abordar. Cada protocolo poderá utilizar um ou mais meios físicos, tendo como exemplo: par trançado, linha de potência, CAT7 (categoria 7), entre outros.

2.3.1 Introdução ao KONNEX (KNX)

Com o intuito, de se criar um protocolo *standard* para a domótica e automação que pudesse cobrir todas as necessidades dos edifícios na Europa, procurando uma compatibilidade entre produtos de diferentes fabricantes, foi concebido o KNX.

Dentro destas necessidades, era pretendida uma melhoria nas prestações dos diversos meios físicos de comunicação, a implementação da filosofia *Plug&Play* (Ligar e usar), o desenvolvimento de telegestão, entre outros. O KNX, assume-se como um protocolo *standard*, com vasto leque de meios de transmissão, configurações, compatibilidades e fabricantes, podendo ser utilizada num edifício novo ou existente, seja ele residencial ou de serviços.

A figura 2.1 mostra a sigla KNX derivada de KONNEX e foi criada em 1999 pela KNX *Assiciation*, sendo este, resultado da convergência de três conhecidos *Standards* Europeus de Automação Predial e Residencial: EIB (*European Installation Bus*), BatiBus (*Batibus Club International*) e EHS (*European Home Systems*) [8].

O KNX torna-se em 2006 um *standard* mundial através da publicação da norma – ISO/IEC 14543-3, como protocolo aberto para Automação Predial e Residencial.



Figura 2.1. Logótipo da tecnologia *standard* KNX.

Fonte: KNX Association.

2.3.1.1 Áreas de Aplicação

A aplicação da tecnologia KNX é vasta, podendo ser usada na área do controlo e gestão de edifícios. Possui uma enorme versatilidade, sendo útil e vantajosa em variados tipos de edifícios, como edifícios de escritórios, espaços comerciais, bancos, hotéis, escolas, hospitais, e em residências. Com um único cabo (barramento), é realizada uma comunicação entre os dispositivos existentes na rede, onde de forma descentralizada garantem a gestão com grande fiabilidade e continuidade de serviço.

As aplicações que esta tecnologia permite integrar são:

- Controlo de Iluminação;
- Controlo de Climatização (AVAC);
- Protecção Solar (controlo de persianas e estores...);
- Segurança (contra intrusão, incêndio, fuga de gás...);
- Contagem e Gestão energética;
- Operação;
- Automatização;
- Temporização;
- Controlo de água (sistemas de rega...);
- Comando local ou à distância, com sistema de visualização e supervisão.

2.3.1.2 Características

2.3.1.2.1 Diferença entre uma instalação convencional e uma instalação KNX

Uma instalação convencional requer linhas de potência não só para alimentação de todos os pontos de consumo ligados a ela, como também para a realização das funções de comutação (interruptores), medida, visualização, controlo ou regulação. Como pode-se observar na figura 2.2, os elementos 1, 2 e 3 na instalação sem KNX possuem cada um, uma linha de potencia dedicada.

Hipoteticamente, para transformar uma instalação convencional numa instalação KNX, todas as linhas de potência cujo objectivo é realizar operações que não sejam de alimentação, como comutação ou controlo, seriam substituídas por uma linha de *barramento* (barramento). Portanto, para a instalação com KNX da figura 2.2 os elementos 1, 2 e 3 passam a estar ligados a um único barramento.

Numa instalação KNX o cabo de *barramento* é ligado a uma fonte de alimentação, assim como todos os produtos KNX (actuadores, sensores e dispositivos do sistema). Por seu lado, a linha de potência não é necessária para alimentar os sensores, mas apenas os pontos de consume da instalação. Como consequência, uma instalação KNX é composta por dois sistemas de alimentação: um de transmissão de potência e outro de transmissão de sinal (Mourinho, J. 2014).

A Figura 2.2 pretende demonstrar a diferença entre uma instalação eléctrica convencional e uma instalação KNX.

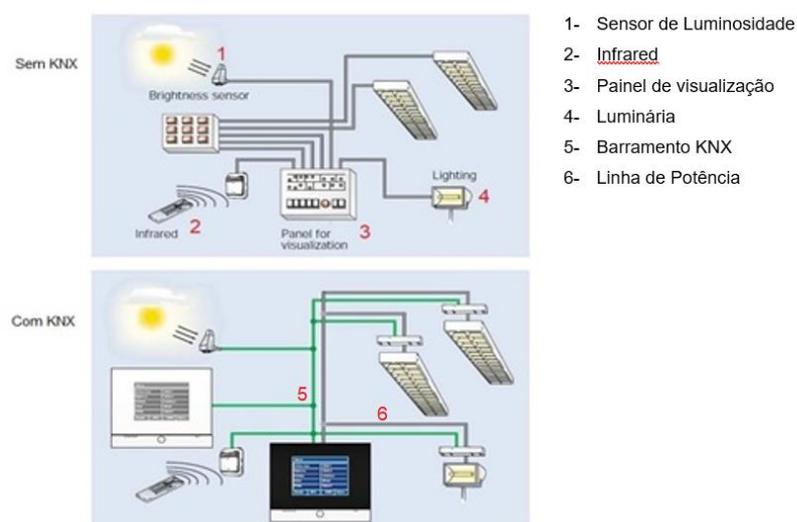


Figura 2.2. Diferença entre uma instalação convencional e uma instalação KNX.

Fonte: Adaptado pelo Autor.

2.3.1.2.2 Plurivalência

O KNX pode ser instalado tanto em casas pequenas, como em grandes edifícios, sejam eles residenciais, escritórios, hotéis escola, centros comerciais, etc.

O sistema pode ser implementado em edifícios novos ou já existentes, possibilitando que as instalações sejam facilmente alargadas e adaptadas a novas necessidades.

2.3.1.2.3 Tipologia da Instalação

A tipologia de uma instalação KNX é a forma de como ligar os produtos desta tecnologia ao cabo de barramento. Os dispositivos de *barramento* (KNX TP) podem adoptar qualquer tipo de topologia, desde que esta não permita a criação de um anel ou de uma malha fechada.

A Figura 2.3 ilustra as topologias possíveis de uma instalação KNX, assim como a impossibilidade de criação de anéis.

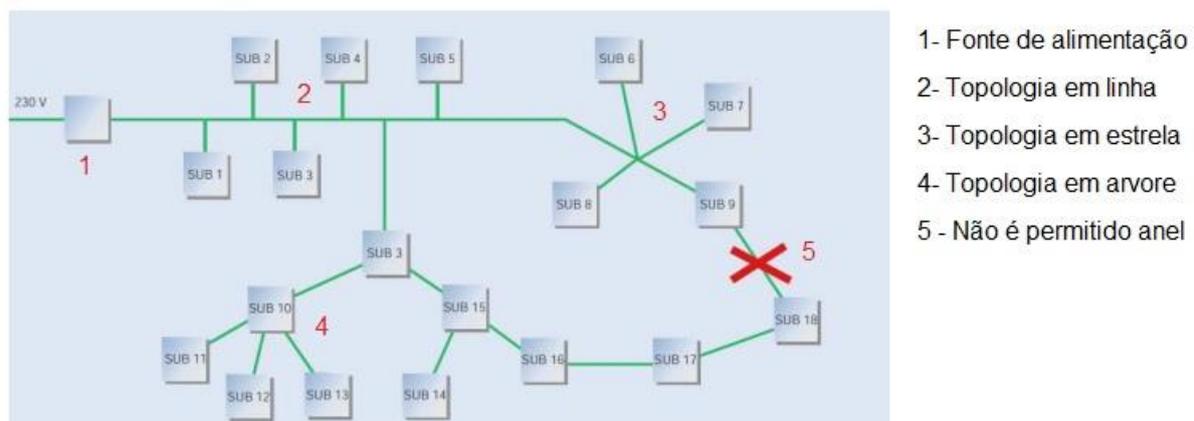


Figura 2.3 Topologias possíveis numa instalação KNX: linha, estrela, árvore ou mista.

Fonte: MOURINHO.

Descrição dos elementos da figura 2.3.

- 1. Fonte de alimentação** – a fonte de alimentação é responsável por alimentar todos equipamentos ligados a rede a uma tensão de 30V.
- 2. Topologia em linha** – neste tipo de configuração os equipamentos encontram-se distribuídos ao longo da linha principal.
- 3. Topologia em estrela** – nesta topologia os equipamentos encontram-se conectados a um nó central.

4. **Topologia em árvore** – nesta topologia, basicamente têm uma série de barramentos interconectados. É equivalente a várias redes estrelas interligadas entre si através dos seus nós centrais.
5. **Não é permitido anel** – neste tipo de ligação faz com que os dados enviados circulem na rede de forma indefinida e executados várias vezes, o que pode causar instabilidade na rede e colapso da mesma, deste modo a criação de uma topologia em anel não é permitida numa rede KNX.

Os objectos de cor cinzenta na figura 2.3 são equipamentos de domótica denominados nesta área de domótica de “SUB i”, onde i representa a ordem numérica crescente do equipamento que na literatura anglo-saxónica significa *subscriber*, encontrando se ligados ao barramento que na literatura anglo – saxónica designa – se de *bus*.

Segundo a topologia KNX, o barramento, denominado na língua anglo-saxónica de, *bus*, é composto por um conjunto de linhas e áreas, com uma organização hierárquica, onde:

- O topo da hierarquia é designado por linha de áreas ou *backbone* de *barramento*, podendo interligar no máximo até 15 áreas de *barramento* através de acopladores de área (AA) de *barramento*, como pode-se observar na figura 2.4 b). Cada área de *barramento* será composta por uma linha de *barramento* principal, à qual podem ser ligadas até 15 linhas de *barramento* secundárias mediante acopladores de linha (AL) de *barramento*.

Note que para não repetir sempre de *barramento* cada termo é subentendido como sendo sucedido pelo termo *barramento* quando este termo não for escrito.

- Cada linha secundária (ou segmento de linha), marcado na figura 2.4-a pelo número 2, poderá ser composta no máximo por 4 segmentos de linha, sendo estes à unidade mais pequena do barramento (figura 2.4-a). Estes segmentos de linha poderão ter no máximo 1000 metros de comprimento caso estejam interligados através de repetidores ou amplificadores de linha (AML).

Cada linha secundária ou segmento de linha poderá incluir um máximo de 64 dispositivos de barramento dependendo da fonte de alimentação (FA) instalada, dos acopladores de linha e do consumo dos dispositivos de *barramento* instalados.

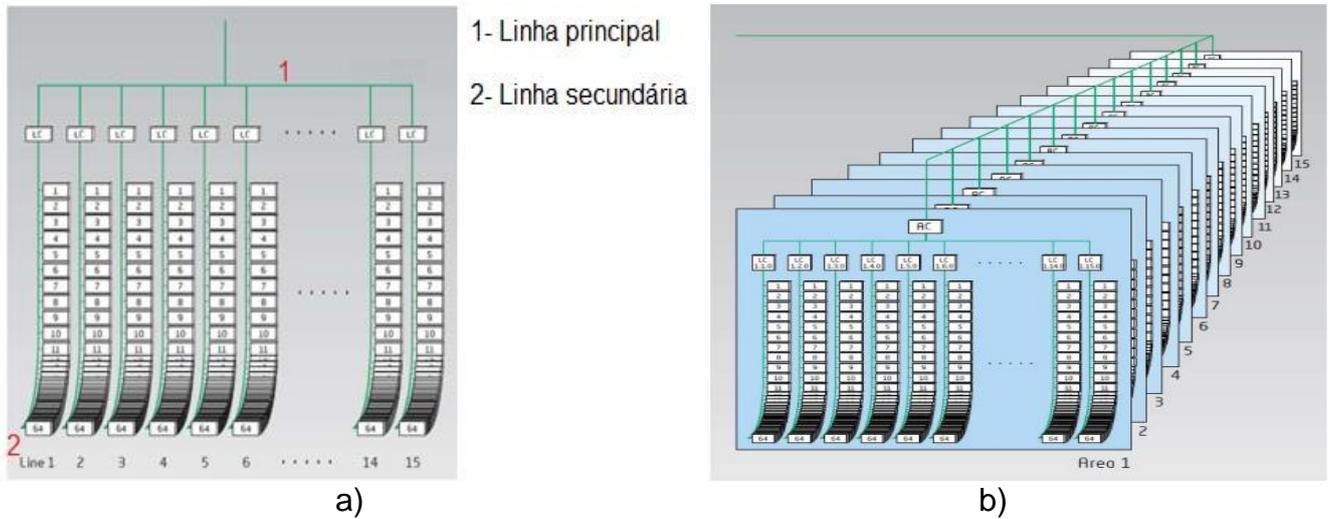


Figura 2.4. a) Área da topologia KNX com número máximo de elementos. .

b) Instalação da topologia KNX com um número máximo de áreas e número de elementos.

Fonte: MOURINHO.

Área da topologia KNX é um retângulo onde é composto de elementos tais como linha principal, linhas secundárias (segmentos de linha), acopladores de linha e dispositivos.

Instalação da topologia KNX é um conjunto de 15 áreas da topologia KNX.

Para que sejam garantidas todas as condições necessárias ao bom funcionamento da instalação da topologia KNX é necessário garantir as seguintes distâncias:

- O comprimento máximo de uma linha é de 1000 metros.
- A distância máxima entre uma fonte de alimentação e o último dispositivo dessa linha é de 350 metros.
- O intervalo entre dois elementos KNX é no máximo 700 metros.
- O espaço entre duas fontes de alimentação na mesma linha é no mínimo 200 metros.

2.3.1.2.4 Ligação a outros Sistemas

Diversos fabricantes KNX criam portais ou interface que na língua anglo-saxónica designa-se de *gateways* (são módulos de interligação entre sistemas) por forma a garantir a comunicação entre diferentes sistemas, como o DALI para o controlo de iluminação, controlo de AVAC, redes de telefone, ou até mesmo redes multimédia.

2.3.2 Meios de Comunicação

O sistema KNX, baseia-se numa topologia descentralizada, na qual sensores e actuadores comunicam entre si. Esta comunicação é feita através de datagramas, que contêm os dados a transmitir e o endereço do destinatário. Todos os actuadores recebem o telegrama, mas apenas o que tem o endereço do destinatário executa a acção estipulada.

Um datagrama é uma unidade de informação que é transmitida pela rede e contém dados completos, incluindo informações de endereçamento. É frequentemente associado a protocolos de comunicação como o Internet Protocol (IP), que usa datagramas para transmitir pacotes de dados pela Internet.

São vários os meios de transmissão do sinal, podendo cada um ser usado conjuntamente com outros, havendo a possibilidade de escolher a combinação adequada consoante as necessidades.

As várias tecnologias interligam-se através de acopladores que fazem a ponte entre o cabo de *barramento* e os restantes suportes de transmissão. Nas seguintes secções são descritos de forma sucinta os meios de comunicação considerados mais importantes.

2.3.2.1 TP (Twisted Pair em português designa-se de par trançado)

O cabo de par trançado representa o primeiro meio de comunicação a ser disponibilizado e é proveniente da tecnologia *European Installation Bus* (EIB) que em português significa Barramento de Instalação Europeu. Neste que é o meio de comunicação mais popular, encontra-se um cabo de par trançado de barramento com dois pares de condutores, sendo a alimentação de 30 V de corrente contínua (30V DC), fornecida através destes mesmos referidos condutores que opera a uma velocidade de transmissão de 9600 bits/s, para a comunicação entre dispositivos, na mesma linha de barramento.

2.3.2.2 PL (Powerline em português designa-se de linha eléctrica)

Linha eléctrica refere ao uso da linha de energia eléctrica para transmitir sinais de comunicação entre dispositivos KNX em um sistema de automação residencial ou predial. Numa situação, onde não seja possível instalar o cabo de barramento, como numa renovação ou ampliação de uma instalação, este é um método possível. Derivado também da tecnologia EIB, a transmissão de sinal é realizada através da rede eléctrica existente. A velocidade de transmissão de dados atinge os 1200 bits/s, um valor substancialmente inferior em comparação com outros.

2.3.2.3 RF (Radiofrequência)

Radio frequência designa-se à utilização de ondas de rádio para transmitir sinais de controle entre dispositivos em um sistema KNX. Este método de transmissão, realiza a comunicação através de sinais de rádio, podendo ser adoptado em situações onde não se deseja ou não é possível instalar o cabo *barramento* ou a rede eléctrica. A informação transmitida usa uma frequência de 868 MHz, com uma potência de radiação máxima de 25mW e com uma velocidade de 16.384 kbits/s. Este modo, é caracterizado também pelo seu baixo consumo de energia.

2.3.2.4 IP (Internet Protocol em português designa-se de protocolo de internet)

Através dos protocolos de redes TCP/IP, é possível a comunicação neste sistema. Deste modo, as redes LAN, assim como a Internet podem ser usados para a troca de dados. Para o efeito podem ser utilizados cabos de rede (CAT5, CAT6, CAT7) entre outros suportes físicos, chegando a uma rápida taxa de transmissão de 10 Mbit/s.

2.3.2.5 Modos de Configuração

No sentido de satisfazer as diferentes necessidades de mercado, dos fabricantes e dos utilizadores, esta tecnologia suporta diferentes tipos de modos de configuração. Existem três modos de configuração distintos para uma instalação KNX: *E-Mode*, *S-Mode* e *A-Mode*, embora o último não se encontre em utilização hoje em dia.

2.3.2.5.1 Modo de Configuração Fácil: Modo-E (Easy Mode)

O Modo-E (*Easy Mode*), como o nome sugere, é simples e de fácil utilização. As funções neste caso são limitadas e em menor quantidade face ao *S-Mode*. Os componentes

deste modo, já se encontram pré-programados com um conjunto de parâmetros definidos de fábrica, para realizar uma função específica. É possível ainda assim, reconfigurar parcialmente cada componente por intermédio de um configurador simples.

Contrariamente ao *S-Mode*, este não necessita de uso de computador e conseqüentemente do uso do *software* ETS. Neste modo, os dispositivos podem ser configurados, parametrizados e manipulados com um controlador central ou através de botões de pressão incorporados nos produtos. Assim, qualquer utilizador comum tem instintivamente a capacidade de “trabalhar” nesta forma de configuração. Segundo Horta, J (2016) pode afirmar-se, que este modo é requisitado genericamente para pequenos ou médios edifícios, onde não é exigido um grande número de funcionalidade e de sofisticação.

2.3.2.5.2 Modo de Configuração Profissional: Modo-S (System Mode)

Este modo representa a mais avançada configuração num sistema KNX. Para se realizar a implementação, planeamento e configuração da instalação é necessário recorrer-se ao uso do *software* ETS (concebido para este propósito), por exemplo através de um computador, juntamente com as bases de dados dos produtos a instalar, fornecidas pelos fabricantes. Este *software*, também é utilizado para ligar os produtos e para os configurar, definindo os parâmetros desejados.

Devido a alguma complexidade da configuração em questão, o manuseamento deste modo, pode necessitar de pessoal qualificado para o efeito.

Esta forma de configuração proporciona um alto grau de flexibilidade, sofisticação, funcionalidades e integração, sendo assim vantajoso maioritariamente em instalações de grandes dimensões e complexidade.

O gráfico da figura 2.5 mostra que quanto maior for o grau de sofisticação do projecto maior serão as funcionalidades oferecidas pelo mesmo e a partir de um certo nível o sistema deverá ser configurado por projectistas certificados, configuração dos dispositivos através do *software* ETS instalado em um computador, sendo que este grau de sofisticação é aplicado em instalações de grande porte. Contrariamente às instalações de grande porte, as instalações de médio porte requerem ferramentas simples e possuem baixo nível de sofisticação e funcionalidades limitadas.

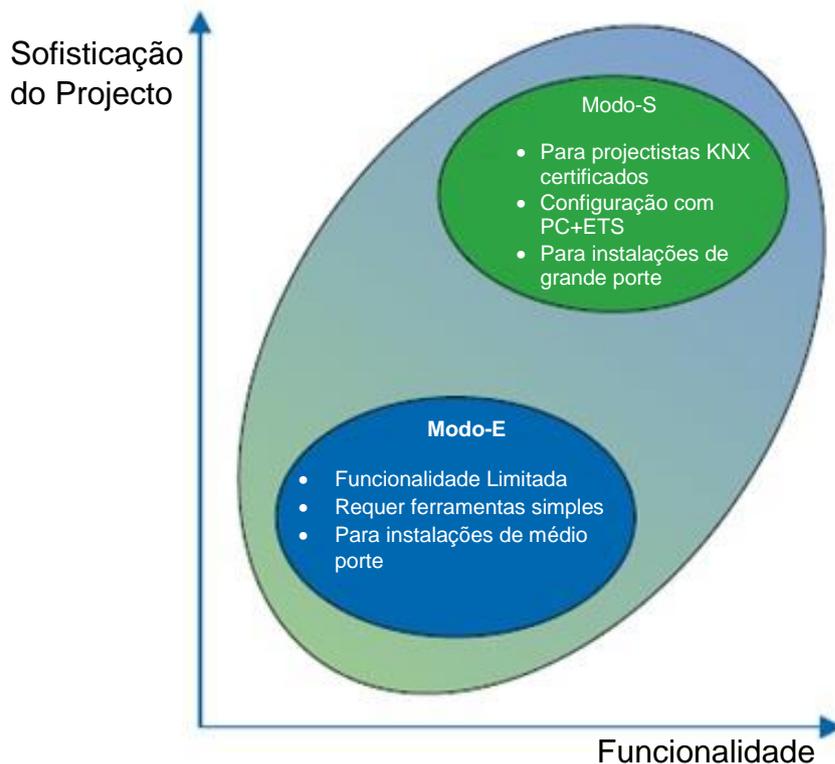


Figura 2.5. Sofisticação versus funcionalidades nos modos de configuração KNX.

Fonte: HORTA.

2.3.2.5.3 Modo de Configuração Automático: Modo-A (Automatic Mode)

A Configuração de Modo Automático actualmente encontra-se em desuso, mas o intuito seria a sua utilização em aplicações, fazendo com que o utilizador final se deparasse com o menor grau de dificuldade na sua utilização. Os produtos pré-programados seriam instalados automaticamente assim que a ligação do cabo de barramento estivesse efectuada.

Quando os produtos se ligavam, estes adaptavam-se ao resto dos dispositivos em funcionamento. Assim, nem o instalador nem o utilizador teriam de configurar dispositivos (Horta, J. 2016).

2.3.3 Software ETS

Criado pela KONNEX, propositadamente para a configuração ou reconfiguração de sistemas KNX, surge o *Engineering Tool Software* que significa em português Programas para Ferramentas de Engenharia, mais conhecido por ETS. Este programa, veio garantir

também a compatibilidade de produtos entre diferentes fabricantes, já que todos os fabricantes de produtos KNX, o utilizam.

Com um vasto leque de aplicações, em função das necessidades e criatividade do utilizador, é possível desenhar e configurar uma rede KNX (em modo *offline*), assim como gerir e manter a mesma. O ETS, contém uma base de dados de todos os produtos, que deve ser facultada por cada fabricante.

Nesta, encontram-se informações sobre cada dispositivo KNX, podendo-se saber as funções ou aplicações. Com um manuseamento relativamente fácil, os projectistas e electricistas têm a possibilidade de seleccionar os componentes da referida base de dados, configurar os parâmetros e interligar os sensores e actuadores entre si .

A Figura 2.6 apresenta um recorte do programa ETS usado para configuração dos dispositivos.

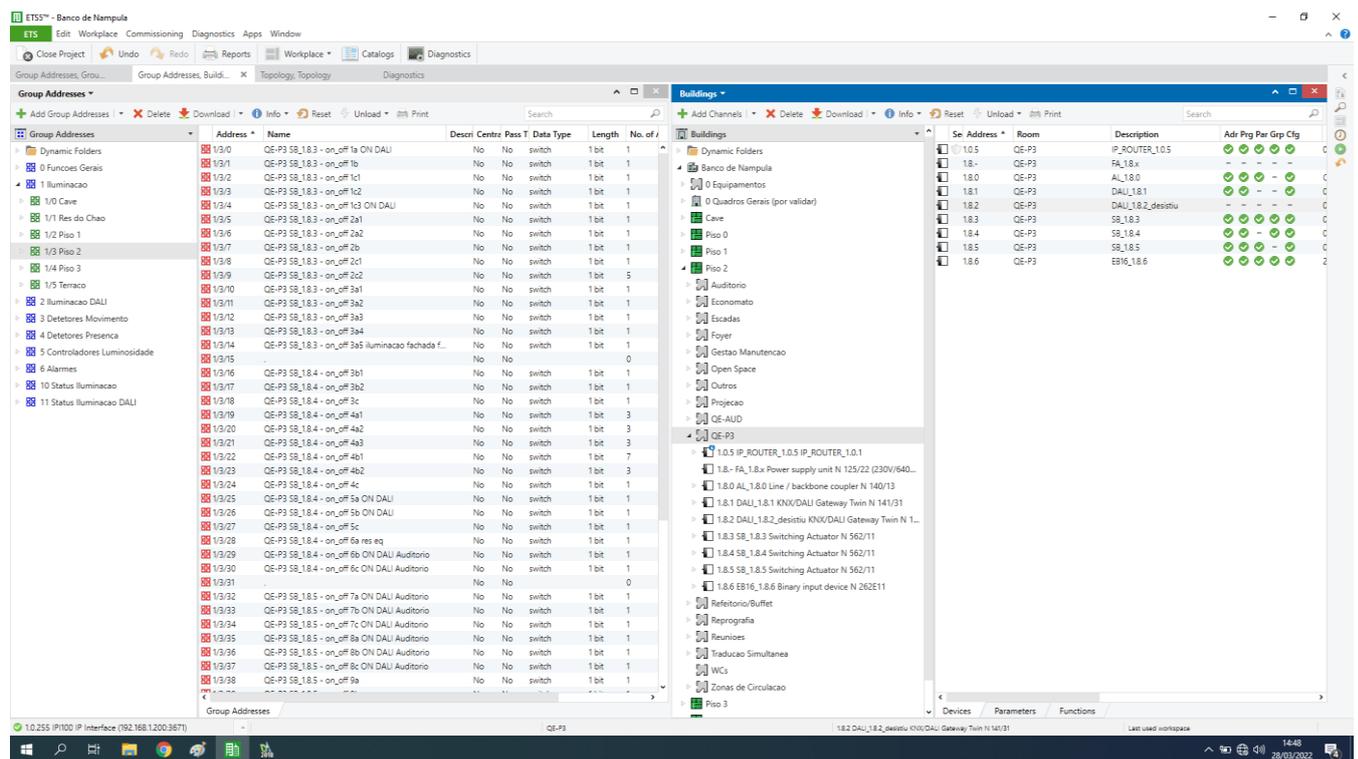


Figura 2.6. Software de Programação ETS 4.

Fonte: my.knx.org

2.3.4. KNX Simulator em português designa-se de simulador KNX

Simulador KNX é um programa projectado para simular o funcionamento de uma instalação KNX. Ele permite que os profissionais, engenheiros ou entusiastas testem e validem seus projectos de automação antes de implementá-los fisicamente em um ambiente residencial ou comercial. Esse tipo de ferramenta é valioso para diversos propósitos, incluindo:

- Testes de funcionalidade: permite aos usuários simular como os dispositivos KNX interagem entre si, verificando se as funcionalidades desejadas estão correctamente configuradas.
- Treinamento e Educação: facilita a aprendizagem e treinamento de profissionais envolvidos em projectos de automação, oferecendo um ambiente virtual para experimentação;
- Identificação de problemas: ajuda a identificar problemas ou conflitos no sistema antes da implementação física, economizando tempo e recursos.
- Prototipagem rápida: facilita o desenvolvimento de protótipos e testes rápidos de novas ideias ou funcionalidades no contexto de automação predial.

A Figura 2.7 apresenta um recorte do KNX *simulador* usado para simulação de instalação.

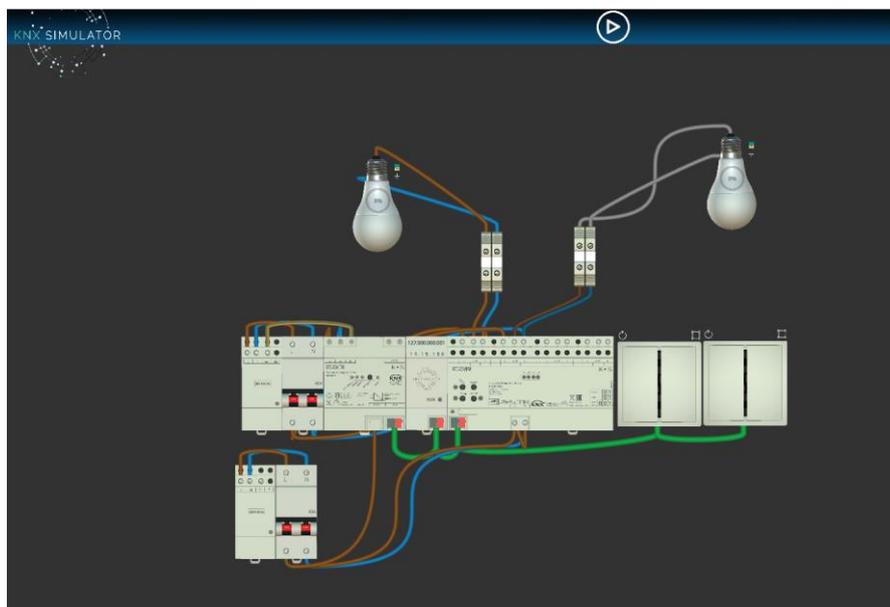


Figura 2.7. Programa Simulador KNX.

Fonte: o autor

2.3.5. Equipamentos que constituem o sistema KNX

Vários equipamentos são responsáveis pelo controlo de KNX, todos estes equipamentos partilham entre si uma ligação à linha de barramento KNX e a uma linha de alimentação ligada aos equipamentos controlados através do programa. Os principais elementos deste sistema são descritos nas seguintes secções.

2.3.5.1 Fontes de alimentação

As fontes de alimentação (Figura 2.8) são elementos essenciais para uma instalação com KNX uma vez que são elas que geram a tensão para alimentação do barramento barramento de 30V DC utilizado para alimentar vários equipamentos e permitir a sua comunicação. Qualquer fonte de alimentação possui um filtro incorporado para isolar a fonte de alimentação do *barramento*, assim como interruptores para o corte de tensão e reinicialização dos dispositivos ligados à linha e bornes de contacto por parafuso que podem ser ligados à rede. A ligação ao barramento é efectuada através do terminal de *barramento* previsto para o efeito.



Figura 2.8. Fonte de Alimentação.

Fonte: SIEMENS.

2.3.5.2 Acopladores de linha

O acoplador (Figura 2.9) de linha pode funcionar como filtro de dados e interceptar telegramas de outros dispositivos da sua linha, dando continuidade aos telegramas destinados a outras linhas. Poderá também fazer exactamente o oposto e isolar a linha

a que está ligado, não permitindo que quaisquer tipos de telegramas de outras linhas sejam recebidos.

Para reverter esta configuração é necessário descarregar novamente a parametrização para o equipamento.



Figura 2.9. Acoplador de Linha.

Fonte: SIEMENS.

2.3.5.3 Gateways KNX/IP em português designa-se de portal KNX/IP

Um portal KNX/IP (figura 2.10) serve para interligar todo o sistema KNX a uma rede de protocolo de internet designado abreviadamente em inglês por IP (*Internet Protocol*), permitindo que o sistema possa ser controlado remotamente através de um computador pessoal, tablet ou smartphone.



Figura 2.10. Gateways KNX/IP.

Fonte: SIEMENS.

2.3.5.4 Gateway KNX/DALI em português designa-se de portal KNX/DALI

O portal KNX/DALI (figura 2.11) permite fazer a ponte entre o sistema KNX e o sistema de iluminação por endereçamento DALI. O portal DALI funciona como um sistema mestre com fonte de alimentação incorporada que permite ligar até 64 balastos por portal. O portal DALI permite também criar grupos de controlo de balastos (no limite de 16) ou controlar cada balastro separadamente. O portal DALI dispõe também de um portal *Ethernet* com servidor *Web* integrado para configuração, iniciação, manutenção e controlo do sistema DALI Segundo (Sacramento, S. 2015).



Figura 2.11. Gateway KNX-DALI.

Fonte: SIEMENS.

2.3.5.5 Actuadores binários

Os actuadores binários (figura 2.12) são utilizados não só para ligar e desligar iluminação através de saídas binárias que possuem, como também para ligar e desligar equipamentos de aquecimento, ventilação ou qualquer outro aparelho que possa ser controlado através de um contacto eléctrico. As saídas binárias são contactos livres de tensão, com uma unidade de acoplamento de barramento que em inglês designa-se por *Bus Coupling Unit*, que operam directamente sobre os circuitos de potência consoante as informações enviadas através da linha de *barramento*.

Os contactos das saídas binárias são também parametrizáveis individualmente e podem actuar com auxílio de temporização. Podem também actuar através de combinações lógicas, criando dependências para surgir actuação ou não.

Segundo (Sacramento, P. 2015) em caso de falha de tensão na linha de barramento é possível parametrizar este equipamento para que a saída binária volte ao estado em que estava antes de ocorrer a falha ou, caso se pretenda, definir para ligar ou desligar a saída binária.



Figura 2.12. Actuador Binário.

Fonte: SIEMENS.

2.3.5.6 Submódulo actuador

Os submódulos actuadores (figura 2.13) são destinados a fazer expansão dos contactos do actuador principal e podem comandar até três grupos de cargas eléctricas, independentes uma das outras através dos seus contactos de saída do relé. Os submódulos actuadores não podem ser operados de forma separada ou directamente conectados ao cabo de barramento. Os submódulos actuadores são conectados por uma ponte especial de 6 pólos ao actuador principal ou a um outro submódulo (SIEMENS, 2019).



Figura 2.13. Submódulo actuador.

Fonte: SIEMENS.

2.3.5.7 Detectores de presença/movimento

Os detectores de movimento KNX, são vulgarmente utilizados para espaços de acesso comum ou acesso pontual que permitem que luminárias ou outros equipamentos estejam ligados apenas alguns minutos após o movimento no espaço cessar. Consoante a parametrização feita, as ordens de comando podem manipular luminárias, persianas, entre muitas outras funcionalidades. Segundo Sacramento, P (2015) muitos destes equipamentos encontram-se também preparados para ler a luminosidade do espaço onde estão inseridos e possibilitam utilizar esses valores para controlar outros equipamentos (por exemplo, ligar uma luminária se a luminosidade do espaço lida pelo sensor estiver abaixo de 100 Lux).

2.3.5.8 Entradas/Botões

O sistema KNX utiliza vários tipos de botões a que podem ser atribuídas várias funções. As funções dos botões têm maior aplicação no controlo de iluminação e no controlo de estores. No entanto, as suas aplicações podem envolver tudo o que esteja ligado a ligar/desligar e bloquear/desbloquear equipamentos. Algumas utilizações mais usuais passam pelo uso de botões para bloquear detectores de movimento, fazer o controlo/regulação manual de iluminação ou para activar cenários como, por exemplo, desligar toda a iluminação e tomadas num botão junto à porta de entrada de casa (Sacramento, 2015).

2.3.5.9 Cabo de barramento e sua instalação

Os cabos a serem utilizados numa instalação KNX tem de assegurar um conjunto de requisitos especificados pela associação KNX, sendo os mais utilizados os seguintes:

- YCYM 2x2x0,8: trata-se de um cabo feito para instalações fixas podendo ser montado em superfícies ou embutido em tubos; pode ser utilizado em ambientes secos, húmidos ou molhados, quer no interior como no exterior, desde que estejam protegidos da radiação solar directa; a tensão de teste suportada é de 4 kV de acordo com a norma DIN VDE0829.
- J-Y(St)Y 2x2x0,8: este cabo é destinado a instalações fixas, somente para montagens no interior dos edifícios e embutidos em tubos; a sua tensão de teste é 2,5 kV segundo a norma DIN VDE0815.

Um cabo de barramento é constituído (Figura 2.14), do seu interior para o exterior, por dois pares de condutores (vermelho e preto, amarelo e branco) isolados individualmente a PVC, por uma bainha sintética que envolve os dois pares de condutores, por uma trança metálica, uma bainha metálica sintética e por uma bainha exterior em PVC, normalmente verde, mas não necessariamente.

Dos quatro condutores que constituem o cabo de barramento, somente dois são utilizados para função de transmissão de telegramas, sendo estes o condutor vermelho (KNX+) e preto (KNX-). Os restantes condutores (amarelo e branco) tem como função ser um par reserva ou então estarem disponíveis para um outro tipo de rede SELV.



Figura 2.14. Cabo *barramento* do protocolo KNX.

Fonte: SACRAMENTO.

2.3.6 Tecnologia DALI

DALI significa, na literatura anglo-saxónica, *Digital Addressable Lighting Interface*, ou seja, trata-se de uma Interface Digital e Endereçável de Iluminação, sendo um *standard* internacional que assegura a interoperabilidade entre balastos “dimmáveis” de diferentes fabricantes. A interface DALI encontra-se regulamentada através da norma IEC 60929, relativa aos balastos de lâmpadas fluorescentes. Esta tecnologia é a forma ideal, simplificada e de suporte de comunicação digital, que se adapta às necessidades actuais relativamente às tecnologias de iluminação. A comunicação e instalação do sistema DALI são, actualmente, processos bastante simplificados devido à evolução da tecnologia, uma vez que todos os componentes inteligentes comunicam através de um sistema local, de um modo simples e livre de interferências.

A simplicidade deste sistema faz com que não hajam requisitos especiais para o seu bom funcionamento, quer ao nível do tipo de cabos de transmissão de dados, quer na não necessidade de instalação de resistências terminais nos cabos por forma a protegê-los de reflexões (DALI AG, 2001)

2.3.6.1 Vantagens

A tecnologia DALI foi desenvolvida para um máximo de 64 unidades individuais de controlo (endereços individuais), e um máximo 16 cenários possíveis (valores de cenários de iluminação).

Este sistema tem uma “inteligência” que assenta numa configuração descentralizada, devido à forma de funcionamento dos dispositivos de controlo e sua localização, ou seja, toda a informação necessária ao funcionamento do sistema encontra-se gravada individualmente nos balastos DALI, contendo informações sobre:

- endereços individuais;
- grupos de controlo;
- cenários;
- Tempos de desvanecimento da iluminação;
- Níveis de iluminação de emergência;
- Nível da alimentação do balastro.

De acordo com o *manual DALI AG*, esta tecnologia apresenta as seguintes vantagens:

- Montagem fácil do circuito de controlo das luminárias, não sendo necessária a formação de grupos, nem especial atenção à polaridade dos condutores;
- Possibilidade de controlo individual (endereçamento individual) ou de grupo (endereçamento de grupo) de luminárias;
- O controlo simultâneo de todas as luminárias é possível a qualquer momento através da transmissão endereçável;
- Não são expectáveis interferências na comunicação de dados devido à estrutura de transmissão simplista;
- Mensagens de aviso de estado, como falha de uma lâmpada, são possíveis através de relatórios de alerta que podem ser individuais, de grupo ou gerais.
- Formação de grupos feita de forma simplificada através do “pisca” das lâmpadas;
- Dimming automático e simultâneo de todas as luminárias quando seleccionada uma cena pré-definida; menores custos e mais funções quando comparado com o sistema 1-10V (DALI AG, 2001).

2.4 Eficiência Energética

O conceito de eficiência energética pode ser definido como a otimização da utilização de energia. Isso quer dizer que a eficiência energética visa a realização do trabalho consumindo a menor quantidade de energia possível.

Todos os equipamentos eléctricos funcionam transformando a energia eléctrica em outro tipo de energia. Por exemplo, uma lâmpada converte energia eléctrica em energia luminosa, um motor eléctrico utiliza energia eléctrica para produzir energia mecânica, entre outros. Nenhuma transformação de energia é perfeita, ou seja, sempre ocorrem perdas durante o processo. Um equipamento considerado eficiente energeticamente será capaz de transformar a maior parte da energia consumida em trabalho quando comparado com um equipamento que não é considerado eficiente. (Mourinho, 2014).

Tratando-se de edifícios a eficiência energética poder ser otimizada não só com o emprego de dispositivos eficientes, mas também a utilização de funções de automação e controlo energeticamente eficientes permitem a redução dos custos operacionais destes.

2.4.1 A norma EN15232

A norma EN15232 especifica métodos que permitem avaliar o impacto das funções dos sistemas de automação e controlo de edifícios (BACS – *Building Automation Control System, em português – Sistema de automação e controle de edifícios*) e de gestão técnica de edifícios (TBM – *Technical Building Management, em português – Gestão Técnica de Edifícios*) no desempenho energético dos edifícios, assim como um método para definir os requisitos mínimos destas funções a serem implementadas em diferentes tipos de edificações.

Os sistemas de automação e controlo de edifícios (BACS) e os sistemas de gestão técnica de edifícios (TBM) têm um impacto na performance energética dos edifícios de vários aspectos. Os BACS proporcionam uma automação e controlo efectivos de sistemas de aquecimento, ventilação, águas quentes sanitárias (AQS) ou iluminação, aumentando a eficiência energética e operacional. A gestão de edifícios, através de TBM, fornece informações relativas à operação, manutenção e gestão de edifícios, especialmente para a gestão de energia, através de alarmes ou detecção do uso desnecessário de energia. (Mourinho, 2014).

2.4.2 Classes de eficiência dos edifícios

A norma EN15232 define quatro classes de eficiência distintas para os sistemas de automação e controlo de edifícios (BACS). Esta classificação vai desde a “A”, referente aos edifícios com elevado desempenho de BACS, à classe “D”, relativa aos sem qualquer tipo de BACS ou ineficiência destes. Esta escala tem como valor de referência a classe “C”, que se refere aos edifícios que possuem BACS convencionais.

A Figura 2.15 ilustra as classes de eficiência dos sistemas de automação e controlo de edifícios de acordo com a norma EN15232.

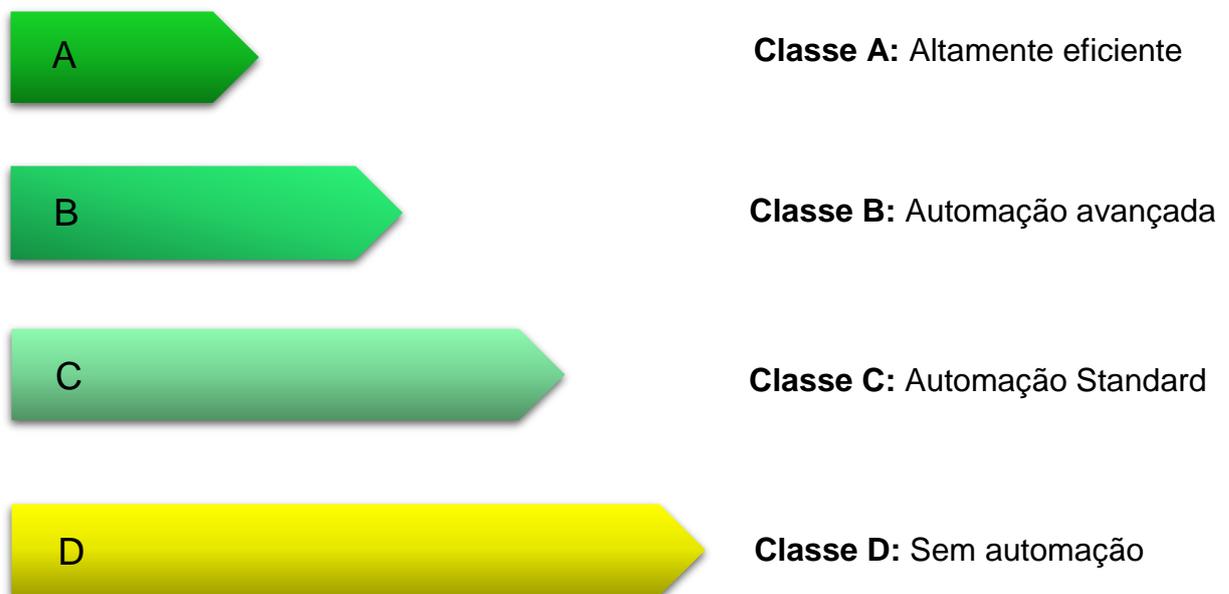


Figura 2.15. classes de eficiência dos sistemas de automação e controlo de edifícios de acordo com a norma EN15232.

Fonte: MOURINHO.

A Tabela 2.1 descreve as funções atribuídas a cada uma das classes da norma EN15232, para edifícios residenciais e não-residenciais, relativamente aos sistemas de automação e controlo de edifícios (BACS) e sistemas de gestão técnica (TBM).

Tabela 2.1 Funções das classes de eficiência dos sistemas de automação e controlo de edifícios (BACS) e sistemas de gestão técnica (TBM) consoante a norma EN15232.

Classe	Eficiência Energética
A	<p>Corresponde a um elevado desempenho energético dos BACS e TBM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automação de divisões ligadas em rede com controlo automático de consumos; • Manutenção programada; • Monitorização de energia; • Optimização de energia sustentável.

Classe	Eficiência Energética
B	<p>Corresponde a BACS avançados e algumas funções específicas de TBM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automação de divisões ligadas em rede com controlo automático de consumos; • Monitorização de energia.
C	<p>Corresponde a BACS convencionais (classe de referência):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automação básica de edifícios; • Nenhum controlo de divisões; • Nenhuma monitorização de energia.
D	<p>Corresponde a BACS ineficientes ou inexistentes. Os novos edifícios não devem ser equipados com esta classe de sistemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nenhuma função de automação de edifícios; • Nenhuma automação electrónica de divisões; • Nenhuma monitorização de energia.

2.4.3 Determinação da classe de eficiência de um edifício pela norma EN15232

A tabela com as funções para o controlo da iluminação, que determinam as respectivas classes de eficiência dos edifícios (residenciais e não-residenciais) encontra-se representada na tabela 2.2. O sombreamento deve ser interpretado da esquerda para a direita até à classe correspondente. Como exemplo, para o controlo de iluminação por ocupação, através da chave manual, para um edifício residencial só é possível uma eficiência energética até a classe C, no caso de um edifício não-residencial não se obtém nenhum grau de eficiência, o que corresponde a classe D. Para este caso a eficiência máxima para os dois tipos de edifícios (residencial e não-residencial) só pode ser alcançada empregando o controlo de iluminação detecção automática no qual estende-se até a classe A.

Tabela 2.2. Excerto da norma EN15232:2012, relativa à tabela de definição das classes de eficiência para o controlo de iluminação, estores e sistemas de gestão técnica de edifícios.

		DEFINIÇÃO DE CLASSES							
		Residencial				Não- residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
5	CONTROLO DE ILUMINAÇÃO								
	Controle por ocupação								
5.1	0	Chave manual on/of	■	■			■		
	1	Chave manual on/of +Varredura adicional de extinção de sinal	■	■	■		■	■	
	2	Detecção automática	■	■	■	■	■	■	■
	Controle em função da luz natural								
5.2	0	Manual	■	■	■		■	■	
	1	Automático	■	■	■	■	■	■	■
6	CONTROLO DE ESTORES								
	0	Operação manual	■				■		
	1	Operação motorizada com controle manual	■	■			■		
	2	Operação motorizada com controle automático	■	■	■		■	■	
	3	Controle combinado de luz/AVAC	■	■	■	■	■	■	■
7	GESTÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS E RESIDÊNCIAS								
	Detecção de falhas da casa e sistemas do edifício fornecendo suporte para o diagnóstico destas falhas								
7.1	0	Não	■	■			■		
	1	Sim	■	■	■	■	■	■	■
	Fornecendo informação relativo ao consumo de energia, condições interiores e possibilidade para melhorias								
7.2	0	Não	■	■			■	■	
	1	Sim	■	■	■	■	■	■	■

Factores de potencial de poupança

O método de factores de potencial de poupança para os sistemas de automação e controlo de edifícios (BACS) e gestão técnica (TBM) foram elaborados com o intuito de permitir calcular de uma forma simplificada o impacto das funções de automação, controlo e gestão de edifícios no seu desempenho.

Esta abordagem de cálculo tem como base os seguintes passos gerais:

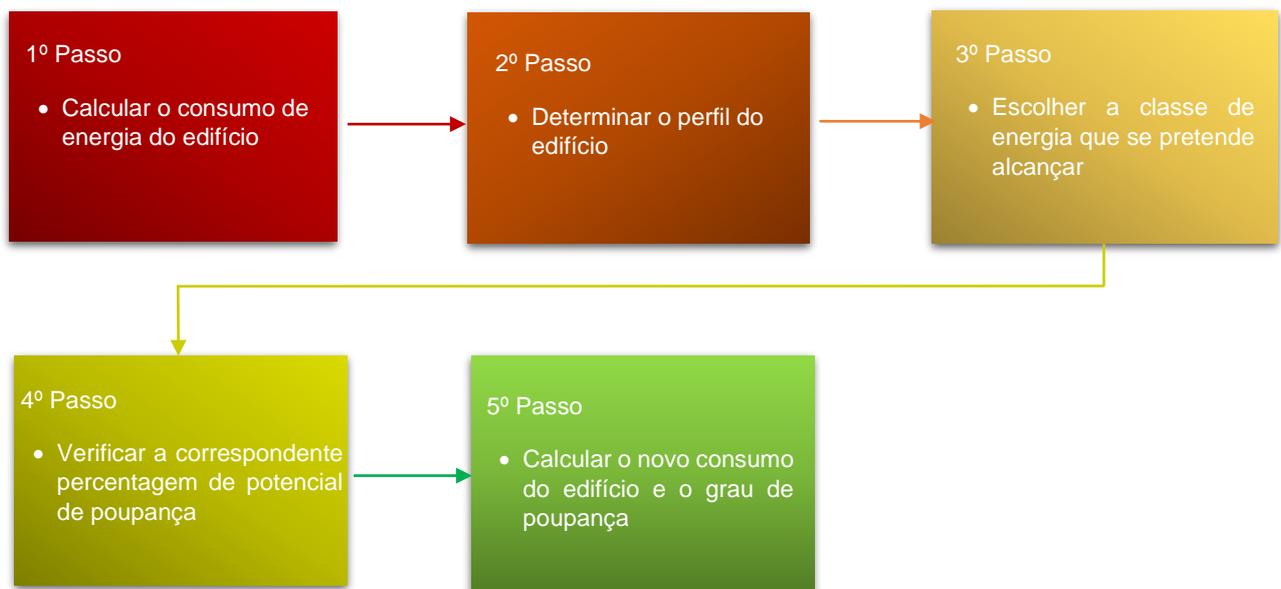


Figura 2.20. Os factores de eficiência energética dos BACS para a energia eléctrica, para sistemas de iluminação de edifícios não-residenciais.

Fonte: MOURINHO.

3. Caso de Estudo

3.1 Descrição do Edifício

3.2.1 Arquitectura

A figura 3.1 mostra a vista frontal do Edifício do Presente projecto está situado na Avenida 24 de julho esquina com Karl Marx Nº2317 que é composto por uma cave, rés-do-chão, 19 pisos superiores e um terraço na cobertura.

A ocupação e exploração dos pisos:

- na cave: é um estacionamento para 24 lugares;
- no rés-do-chão: é entrada principal e duas lojas;
- no 1º Andar: é a sobre loja;
- do 2º andar ao 19º andar : constituídos por 4 apartamentos por cada piso, sendo 3 apartamentos do tipo 2 e 1 apartamento do tipo 1.
- na cobertura: constituído por casa das maquinas e depósitos de água.



Figura 3.1. edifício do prédio de CFM, 24 de Julho cidade de Maputo.

Fonte: Autor

3.1.2 Entrada de energia

A instalação de utilização do edifício será alimentada por um posto de transformação da concessionária nacional de energia eléctrica, empresa pública EDM, e não dispõe de qualquer sistema de emergência para suprimento eléctrico em caso de ausência da energia da rede. O diagrama das alimentações encontra-se no anexo xx.

3.1.3 Cargas

A instalação eléctrica do edifício destina-se a alimentar cargas de iluminação, tomadas de uso geral e específico, equipamentos de trabalho, aparelhos de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), equipamentos de força motriz, sistema de informação e comunicação e sistema de segurança.

3.1.4 Gestão técnica centralizada (GTC) do edifício

O sistema de GTC é uma solução que irá garantir uma gestão adequada, permitindo monitorizar, controlar, comandar e gerir, de forma integrada, as várias instalações de serviços comuns existentes no edifício, de acordo com as necessidades de conforto de cada utilizador.

3.1.4.1 Objectivos da GTC

De uma forma geral, a aplicação destas tecnologias no edifício do CFM, tem por objectivo, assegurar, de forma optimizada:

- redução dos custos de exploração das instalações;
- controlo e gestão dos equipamentos e sistemas técnicos;
- apoio ao planeamento de manutenção das instalações.
- segurança;
- conservação de energia;
- eficiência energética sem a necessidade de sacrifícios no conforto dos utilizadores.
- aumento do período de funcionamento dos equipamentos.

3.1.4.2 Áreas de gestão técnica do edifício

As principais áreas da gestão técnica centralizada do edifício estão divididas da seguinte forma:

- **GTC DO EDIFÍCIO (*BUILDING AUTOMATION em português designa-se por Automação de Edifícios*) QUE INCLUI:**
 - controlo de iluminação;
 - controlo de energia;
 - controlo de AVAC;
 - controlo de unidades terminais (Bombas, Elevadores);

3.1.5 Rede KNX do edifício

A rede KNX visa controlar as unidades de iluminação do edifício na qual estarão incorporados diversos equipamentos através do cabo de barramento (sensores, actuadores, detectores, interruptores), sendo estes responsáveis pela recolha de informação com elevado grau de fiabilidade e o seu respectivo envio à central.

O comando poderá ser realizado tanto a nível central como local, visando definir o funcionamento em horários pré-determinados, controlo do fluxo luminoso das luminárias em função da incidência da luz natural no ambiente, funcionamento em função da presença de ocupantes no local, regulação personalizada das luminárias de controlo ligado/desligado, centralizada e localmente por meio de interruptores com interface DALI. Além disso, dependendo de níveis de brilho interior ou exterior do edifício a iluminação poderá ser ligada ou desligada, e se uma determinada área do edifício estiver ocupada ou não, de forma que os custos energéticos e operacionais sejam reduzidos.

Constituição da rede KNX

O sistema KNX do edifício será constituído por uma linha principal (*Back-Bone*) que interliga todos os pisos para a iluminação das áreas comuns. A rede de cada um dos pisos é conectada a linha principal através de um acoplador de linha que posteriormente é conectada a fonte de alimentação ver anexo 15. A fonte de alimentação tem uma corrente de saída de 640mA, permitindo conectar a linha barramento cerca de 64 elementos porque os detectores e sensores absorvem uma corrente de 10mA cada. Os apartamentos terão uma fonte de alimentação separada em cada um dos quadros eléctricos e seu respectivos actuadores, permitindo assim que os controles sejam separadamente efectuados em cada um dos apartamentos.

3.1.5.2 Integração da rede KNX ao sistema de gestão técnica centralizada

Como já foi referido antes a rede KNX é uma das componentes do sistema de gestão técnica centralizada, portanto, todos os dados referentes ao sistema de iluminação deverão ser transmitidos a central de gestão do edifício assim como a possibilidade de comandar o sistema de iluminação a partir da interface do sistema de gestão técnica centralizada de todas as áreas comuns. A integração da rede KNX ao sistema de gestão central é realizada pela conexão do barramento KNX a um portal KNX/BacNet instaladas nos quadros eléctricos, estes portais estarão conectadas à estação de trabalho situadas do zelador do edifício ou na sala de manutenção do edifício por um cabo comunicação ethernet.

3.1.6 Iluminação do edifício

A iluminação artificial foi concebida de forma a proporcionar conforto e segurança aos moradores e contribuir para a segurança das instalações. As luminárias foram escolhidas tendo em conta também a sua harmonização com a arquitectura e decoração das instalações.

Desta forma, todas as zonas onde se prevê a execução de tarefas de grande esforço visual (leitura, e escrita) o nível de iluminação artificial de serviço preconizado é de 400 lux. Nas restantes zonas o nível variará entre 10 lux à 300 lux.

Os corredores, escadas, casas de banho se serviços, lojas, e alguns pontos estratégicos estão previstos blocos autónomos de emergência com indicação de saída.

3.1.6.1. Modos de Controlo de iluminação estabelecidos no edifício

3.1.6.1.1. Controlo de iluminação por luz dependente

Os sensores de luminosidade irão determinar a quantidade de luz do compartimento e seu estado de ocupação e posteriormente transmitirão estes dados para actuadores KNX. Caso a área esteja ocupada, os actuadores de regulação KNX ajustarão a iluminação a um nível definido de brilho. Caso a área esteja desocupada, a iluminação permanecerá desligada. Se a luz natural for suficiente, a iluminação artificial será reduzida ou desligada.

3.1.6.1.2. Controlo de iluminação por presença

Esta função é usada para poupar energia, em que é feito o controle de iluminação por presença em áreas de iluminação com luz insuficiente. O efeito de poupança é conseguido pelo controlo de detectores de presença /movimento que só ligam a iluminação quando a sala está ocupada. Este modo de controlo será aplicado em áreas de circulação, cave e sanitários.

3.1.6.2. Controlo de iluminação combinado (detector de presença mais botão de pressão)

O controlo de iluminação das salas de estar, e quartos será realizado de forma combinada, na qual a iluminação artificial é ligada através do detector de presença ou movimento caso o compartimento esteja ocupado, no entanto os botões de pressão darão a possibilidade ao usuário de escolher os cenários de iluminação pré-programados que vão desde 1 até 4 cenários, ou mesmo a regulação da intensidade da luz.

3.2. Determinação do potencial de factor de poupança do edifício

Como já foi visto no capítulo anterior, para determinar o factor de poupança é necessário a priori que seja calculado o consumo de energia médio do edifício. A seguir é apresentado o levantamento da carga de iluminação do mesmo.

3.3. Levantamento de carga do sistema de iluminação do edifício

A potência de utilização para os circuitos de iluminação, são dadas com base na soma de todas as cargas de iluminação das áreas de serviço comum, desde a cave ao terraço.

$$P_{inst} = \sum P_l \times QTD \quad (3.1)$$

Tabela 3.1. Carga de Iluminação da Cave

Carga de Iluminação da Cave			
Luminária	PL (W)	QTD	P. Total (W)
L1	47	40	1880
Potência Instalada			1880

Tabela 3.2. Carga de iluminação do 1º Andar

Carga de iluminação do Piso 1º Andar			
Luminária	PL (W)	QTD	P. Total (W)
L5	47	24	1128
L1	47	6	282
Potência Instalada			1410

Tabela 3.3. Carga de iluminação do Apartamentos do 2º Andar ao 19º Andar é igual

Carga de Iluminação do 2º Andar ao 19º andar			
Luminária	PL (W)	QTD	P. Total (W)
L2	20	48	960
L3	50	16	50
L4	10	24	240
L1	47	4	188
		Total por Piso	1438
		Total pisos 2 a 19	25884
Potência Instalada			25884

Tabela 3.4. Carga de iluminação Cobertura

Carga de iluminação Exterior			
Luminária	PL (W)	QTD	P. Total (W)
L6	4	12	48
Potencia Instalada			48

Tabela 3.5. Carga de iluminação Escadas e Serviços Comuns

Carga de iluminação			
Luminária	PL (W)	QTD	P. Total (W)
L4	10	234	2340
Potencia Instalada			2340

3.3.1. Consumo médio de energia

Para a realização do cálculo do consumo médio de energia eléctrica deve-se proceder de acordo com a equação abaixo, que relaciona a potência e o período de funcionamento da carga.

$$C_{\text{médio}} = \frac{P_{\text{inst}} \times t \times D}{1000} \quad (3.2)$$

Onde:

$C_{\text{médio}}$ → Consumo médio mensal de energia eléctrica (kWh)

P_{inst} → Potência do instalada (W)

t → Tempo de utilização diário (h)

D → Número de dias de utilização ao mês

Com base na carga de iluminação obtida na secção anterior, é apresentado a seguir a tabela de consumo médio mensal do edifício:

Tabela 3.6. Consumo médio mensal do edifício

Consumo médio mensal do edifício				
Piso	Pinst. (kW)	t (h)	D	C médio/Piso (kWh)
Cave	1,880	24	30	1353,6
1º Andar	1,410	24	30	1015,2
2º Andar á				
19º Andar	25,884	24	30	18636,48
Cobertura	0,048	12	30	12,28
Escadas e S.Comuns	2,340	24	30	1684,4
C.médio				22701,96

3.3.2 Custo médio mensal de consumo de Energia

Para achar o custo anual, deve-se multiplicar o consumo médio de energia eléctrica pelo valor da tarifa cobrada pela concessionária local e número de meses equivalente a um ano, que para o tipo de consumidor em questão, a tarifa de cobrança é de 4,4 MZN por kWh, sendo assim:

$$\text{Custo anual} = 4,4 * 12 * C_{\text{médio}} \quad (3.3)$$

$$\text{Custo anual} = 4,4 * 12 * 22701,96$$

$$\text{Custo anual} = 1.198.663,48 \text{ MZN}$$

3.3.3 Situação lâmpada fluorescente versus lâmpada LED

Para a situação da possível troca das lâmpadas fluorescentes para modelos de lâmpadas LED de mesmo fluxo luminoso total (levando em conta os valores de custo de lâmpadas e suas respectivas potências listadas na Tabela 3.6 abaixo e utilizando as equações teremos os cálculos abaixo.

Tabela 3.7 – Comparativo de custo entre Lâmpadas à disposição no mercado (Fonte: consulta a fornecedores Locais)

Tipo	Potência	Eficiência Média	Fluxo Luminoso Total	Vida útil (horas)	Preço(Mts)
Incandescente	60W	15 lm/Watts	900 lumens	1000	25
Fluorescente	15W	60 lm/Watts	900 lumens	8 mil	50
LED	7W	130 lm/Watts	910 lumens	50 mil	150

Tabela 3.8 – Tarifário de Energia Eléctrica Categorias: Social, Doméstica, Agrícola e Geral Baixa Tensão (Fonte: EDM)

Consumos Registrados (kWh)	PREÇO DE VENDA POR CATEGORIA TARIFÁRIA				Taxa fixa (Mt)
	Tarifa Social (MT/kWh)	Tarifa Doméstica (MT/kWh)	Tarifa Agrícola (Mt/kW)	Tarifa Geral (Mt/kW)	
De 0 a 125	0.97				
De 0 a 300		6.00	3.69	9.32	233.37
De 301 a 500		8.49	5.26	13.31	233.37
Superior a 500		8.91	5.75	14.56	233.37
Pré-pagamento	0.97	7.64	5.11	13.34	

Dados:

$$C_{OL1} = \frac{P_{L1} \times C_k \times T \times 30}{1000} \quad (3.4)$$

$$P_{L1} = 15 \text{ W} \quad C_{OL1} = \frac{15 \times 6 \times 3 \times 30}{1000} = 8,1 \text{ Mts}$$

$$C_k = 6 \text{ Mts}$$

$$T = 3 \text{ h}$$

C_{OL1} – Custo mensal de Operação (MTs) da Lâmpada instalada no local;

P_{L1} – Potência (em W) da lâmpada instalada;

C_k – Custo do kWh (MTs);

T – Período de Operação da Lâmpada em horas;

30 – Número de dia em um mês.

$$C_{OL1} = ?$$

Cada lâmpada fluorescente do edifício custa 8,1 Meticais para operar durante um mês.

Estes valores correspondem para apenas uma lâmpada.

Repetindo o mesmo processo para as lâmpadas LED (a serem possivelmente instaladas) :

Dados:

$$P_{L1} = 7 \text{ W} \quad C_{OL2} = \frac{7 \times 6 \times 3 \times 30}{1000} = 3,78 \text{ Mts}$$

$$C_k = 6 \text{ Mts}$$

$$T = 3 \text{ h}$$

$$C_{OL2} = ?$$

Cada lâmpada LED a ser instalada no edifício custará 3,78 meticais para operar durante um mês.

Agora calculando o valor de Economia Mensal das lâmpadas temos:

$$V_E = C_{OL1} - C_{OL2} = 8,1 - 3,78 = 4,32 \text{ Mts} \quad (3.5)$$

Calculando o Valor da diferença do custo entre as Lâmpadas, temos:

$$V_{DCL} = C_{L2} - C_{L1} = 150 - 50 = 100$$

Analisando este valor temos a diferença entre o valor da lâmpada fluorescente e da lâmpada LED.

E podemos finalmente calcular o Tempo de Retorno de investimento para Lâmpadas, teremos :

$$T_{RIL} = \frac{V_{DCL}}{V_E} = \frac{100}{4,32} = 23,14 \cong 23 \text{ meses} \quad (3.6)$$

T_{RIL} – Tempo de Retorno de Investimento para lâmpadas em meses.

V_{DCL} – Valor da diferença do custo entre lâmpadas em MTs;

V_E – Valor de economia mensal em Meticais.

A partir destes cálculos, podemos aferir que haverá uma economia de mais de 50% no consumo de energia gerado pelas lâmpadas presentes no edifício. Outra conclusão a ser lembrada também é de que o tempo de retorno para o investimento em lâmpadas fluorescentes se dará 23 meses após o investimento.

3.3.4 Análise económica das possíveis situações de troca de lâmpadas

Visto que o edifício conta com 234 lâmpadas no Prédio todo na área de serviços comuns.

Calculando o gasto de energia mensal aproximado dos dois tipos de lâmpadas, temos:

➤ Fluorescentes: $C_{OL1} \times N^{\circ}lampâdas = 8,1 \times 234 = 1895.4Mts$ (3.7)

➤ LED: $C_{OL2} \times N^{\circ}lampâdas = 3,78 \times 234 = 884.52 Mts$

Observando estes valores encontrados, podemos perceber nitidamente que a lâmpada LED é a mais vantajosa a ser instalada, proporcionando uma economia de mais de 50% em relação as lâmpadas fluorescentes já instaladas.

4. Capítulo IV - Conclusões e Recomendações

4.1 Conclusão

Com a realização do presente Projecto o autor chegou as seguintes conclusões:

- O sucesso da aplicação efectiva do *sistema standard* mundial KNX, foi possível com utilização da norma EN15332 para definição do perfil de ocupação de um edifício, classes de eficiência e por fim o factor de potencial poupança.
- O protocolo KNX foi concebido especialmente para a gestão do sistema de iluminação por este ser um protocolo que apresenta as melhores soluções no mercado no ramo da iluminação, porque cobre uma variada gama de dispositivos, é de fácil implementação, expansão e de alta qualidade de produtos. Portanto, a rede KNX é uma componente do sistema de gestão técnica centralizada do edifício, cuja troca de informação com o sistema central de gestão é realizada por meio de portas KNX/BACNET.
- Para os sistemas capazes de promover eficiência energética do edifício, no que diz respeito a iluminação destaca-se o DALI, no qual é um sistema capaz de regular a intensidade luminosa das luminárias em função da quantidade de luz natural disponível num determinado ambiente, assim como a utilização do mesmo para fins de decoração, este sistema pode funcionar de forma independente ou acoplado a um outro sistema por intermédio de portas, como acontece com o KNX. É importante frisar que o comando de luminárias por meio de detecção de movimento e presença nas áreas de circulação é um dos componentes que contribui na eficiência energética do edifício, porque elimina-se a necessidade de manter as luzes permanentemente acesas no horário de expediente.
- Ainda tendo em vista o valor da economia na tarifa de energia, pode-se dizer que a eficiência energética propiciada pela troca de aparelhos antigos por aparelhos mais eficientes energeticamente é realmente palpável. Dessa maneira, podemos dizer que o edifício poderá utilizar a sua energia de maneira realmente eficiente e sem desperdícios.
- Os sistemas inteligentes de domótica e gestão, como o KNX, são o futuro e nesse sentido é necessário demonstrar as capacidades destes, nomeadamente as poupanças inerentes em termos energéticos e divulgar estes sistemas em Moçambique.

Bibliografia

DALI AG (*Digital Addressable Lighting Interface Activity Group*). 2001. “*DALI Manual*”. Acedido a 25 de Setembro de 2023. <http://www.daliag.org/newsservice/-downloadspublications.html>.

KNX Association, 2006. *KNX Handbook for Home and Building Control.6*. KNX – Portugal. 2014. “*Site KNX – Portugal*”. Acedido a 9 de Novembro de 2023. <http://www.knx.org/pt>.

Horta, J. 2016 – *Projecto de Instalações eléctricas*. Monografia Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Universidade de Coimbra.

Mourinho, J. 2014. *Estudo comparativo entre uma solução tradicional com uma solução energeticamente eficiente*. Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Universidade do Porto.

Sacramento, P. 2015 – *Concepção/Desenvolvimento de Aplicação de Domótica*. Relatório de Estágio Apresentado para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Electrotécnica. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

SIEMENS. 2019. *Building Control GAMMA instabus Product Catalog 2019*.

ANEXOS

Anexo 1- Aplicações e funcionalidades do protocolo KNX



Figura A1.1. Aplicações e funcionalidades do protocolo KNX

Fonte: KNX Association.

Anexo 2 - Cálculo Luminotécnico

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO										
1	2	3	4	COMPARTIMENTO						
				CAVE	LOJA 1	LOJA 2	QUARTO Tipo 2	QUARTO Tipo 1	SALA Tipo 1/2	CORREDOR
3	UTILIZAÇÃO	C	m	27	11.5	7	7	3.6	7.7	23
4	COMPRIMENTO	L	m	30	12	12	3.7	3.6	3.6	2
5	LARGURA	H	m	4	4	4	3	3.6	3.6	3.6
6	ALTURA	S	m ²	810	138	84	25.9	12.96	27.72	46
7	ÁREA	V	m ³	3240	552	336	77.7	46.656	99.792	165.6
8	VOLUME	-	-	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa
9	TIPO DE ILUMINAÇÃO	Hm	m	3.8	3.8	3.6	3	3	2.7	3.5
10	ALTURA MONTAGEM	K	-	3.74	1.55	1.23	0.81	0.60	0.91	0.53
11	ÍNDICE LOCAL	ρt	%	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
12	F.REFLEXÃO TECTOS	ρp	%	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
13	PAREDES	ρs	%	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
14	SOLO	-	-	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED
15	TIPO ARMADURA	f	lm	6065.00	4597.00	4597.00	1507.00	1507.00	3250.00	1150.00
16	FLUXO LUMINOSO DA LÂMPADA	Fu	%	0.70	0.58	0.54	0.43	0.74	0.43	0.35
17	F.UTILIZAÇÃO	Fm	%	0.70	0.80	0.80	0.80	0.65	0.80	0.80
18	F.PERDA LUZ	η	%	0.49	0.46	0.43	0.34	0.48	0.34	0.28
19	RENDIMENTO GLOBAL	M	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	QUANTIDADES DE LÂMPADAS	e	m	2.85	2.85	4.28	4.56	2.75	2.75	2.75
21	ESPAÇAMENTO	Er	LUX	150.00	200.00	200.00	100.00	100.00	200.00	100.00
22	NIVEL RECOMENDADO	$\emptyset v$	Lm	121500.00	27600.00	16800.00	2590.00	1296.00	5544.00	4600.00
23	FLUXO VIRTUAL	\emptyset	Lm	247959.18	59482.76	38888.89	7529.07	2694.39	16116.28	16428.57
24	FLUXO NECESSARIO	N	un	40.88	12.94	8.46	5.00	1.79	4.96	14.29
25	Nº ARMADURAS	$\emptyset a$	Lm	15200.00	15200.00	8800.00	15200.00	15200.00	15200.00	15200.00
26	FLUXO POR ARMADURA	$\emptyset t$	Lm	621431.10	196679.99	74444.69	75940.19	27176.30	75374.60	217142.86
27	FLUXO TOTAL	Ei	LUX	375.93	661.30	382.86	1008.63	1008.63	935.38	1321.74
28	ILUMINANCIA INICIAL	Em	LUX	263.15	529.04	306.29	806.90	655.61	748.31	1057.39
29	ILUMINANCIA SERVIÇO	Pa	Watt	47.00	47.00	47.00	20.00	20.00	50.00	275.00
30	POTENCIA ARMADURA	P	Watt	1921.53	608.16	397.60	99.92	35.76	247.94	3928.57
31	POTENCIA TOTAL	J	W/m ²	2.37	4.41	4.73	3.86	2.76	8.94	85.40
	CARGA RELATIVA									

Anexo 3 - Mapa de Quantidades

MAPA DE QUANTIDADES					
Item	Designação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (MT)	Preço Total (MT)
1	Luminária tipo L1 ATE 140 surface, 4000 K 6065 lm Climar	un	118	8726.68	1029748.24
2	Luminária tipo L2 Sirius- D 137 Recessed 4000K, 752 lm Climar	un	864	3092	2671488
3	Luminária tipo L3 Boya 90 Surface 3000K 3250 climar	un	288	75104	21629952
4	Luminária tipo L4 Forlight, TC-0160 4000K, 1150 lm Forlight	un	666	865	576090
5	Luminária tipo L5 ADDAR IP40 595x595, 4597 lm	un	24	12231	293544
6	Luminária tipo L6 Brick Flood Opal Class Climar	un	12	11681	140172
7	Tubo VD 16mm2 fixo á vista	ml	235	30.93	7268.55
8	Tubo VD 20mm2 fixo á vista	ml	126	84.53	10650.78
9	Caixa de derivação estanque 80x80x50mm incluindo bornes de ligação	un	168	136.76	22975.68
10	Cabo XV-U 3G1.5mm2	ml	250	57.73	14432.5
11	Cabo YMYC 2x2x0.8mm2	ml	110	27.49	3023.9
12	Detector de Presença KNX	un	31	8338.22	258484.82
13	Detector de Movimento KNX	un	50	6940.01	347000.5
14	Detector de movimento 360	un	4	3558.5	14234
15	Botão KNX/EIN 1 Canal com leds	un	11	9002.78	99030.58
16	Fonte de Alimentação KNX	un	94	29936	2813984
17	Acoplador de Linha KNX	un	94	33743	3171842
18	Interface IP/KNX	un	94	12851.3	1208022.2
19	Modulo actuador KNX	un	94	11064.49	1040062.06
20	Interruptor simples	un	180	865	155700
21	Comutador de escada simples	un	180	1204	216720
Total					35724425.81

BRICK

WALL

**PT**

- > Luminária de encastrar na parede com sistema ótico multi-lente de alto desempenho.
- > Para iluminação em entradas, escadarias e rampas de acesso em interiores e exteriores.
- > Em versões com distribuição de luz assimétrica (H e V) ou com emissão difusa (Flood).
- > Luminária com fonte de alimentação incorporada.
- > Pré-cablado com cabo H05RN-F de 500 mm para facilidade de instalação.
- > Inclui caixa de embutir em alumínio.
- > Frente em aço inox AISI 316.

Figura A4.1-4: da Luminária Tipo L6 de acordo com as peças desenhadas de montagem na parede do terraço e respectivas especificações.

Tabela 4.1-5 : Especificações Técnicas da Luminária Tipo L6

QUICK INFO**GENERAL**

Wall
IP65
IK10
960°C
Class I
Ta= -20°C +40°C

OPTIC

Opal Tempered Glass

LED

Efficacy up to 130 lm/W
3000 K, 4000 K
CRI >80
Lifetime 50 000 H
L80/B10 @Tc=65°C

ELECTRICAL SYSTEM

230V/50Hz
ON/OFF

FINISHING

Fine Brushed Stainless Steel
Metallic Textured Grey
RAL 9003 Matt White
RAL 9005 Matt Black

OPTIONS**FINISHING**

 Other Colours

BRICK FLOOD**OPAL GLASS****FINE BRUSHED STAINLESS STEEL FINISHING**

Output (lm)	System (W)	COD
3000 K		
81	4	32.WX.016.08.26
4000 K		
97	4	32.WX.016.08.27

METALLIC TEXTURED GREY FINISHING

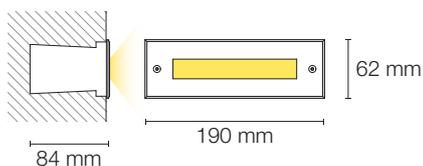
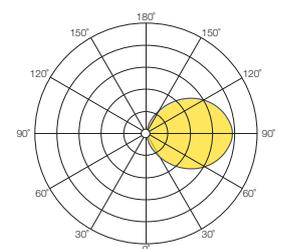
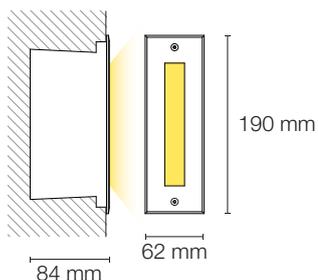
Output (lm)	System (W)	COD
3000 K		
81	4	32.WX.018.08.64
4000 K		
97	4	32.WX.018.08.65

MATT WHITE FINISHING

Output (lm)	System (W)	COD
3000 K		
81	4	32.WX.018.08.52
4000 K		
97	4	32.WX.018.08.53

MATT BLACK FINISHING

Output (lm)	System (W)	COD
3000 K		
81	4	32.WX.018.08.58
4000 K		
97	4	32.WX.018.08.59

HORIZONTAL**VERTICAL**

ATE IP65, IP66

SURFACE



PT

- > Luminária estanque para locais com condições adversas de humidade.
- > Índice de proteção IP65 e IP66 com resistência a impactos IK08.
- > Acessórios incluídos para aplicação suspensa ou saliente.
- > Patilhas de fecho do difusor em aço inox (IP66) ou policarbonato (IP65) para garantir o índice de proteção e a facilidade de instalação.
- > Difusor Policarbonato Opal para iluminação homogénea, difusa e eficiente.
- > Em versões de formato largo (140 mm) e estreito (90 mm).
- > Corpo em policarbonato injetado.

Figura 4.2-6: Luminária Tipo L1 de acordo com as peças desenhadas de montagem na cave e respectivas especificações.

Tabela 4.2-7 :Especificações técnicas da Luminária L1

QUICK INFO

GENERAL

Suspended / Surface
 IP65
 IK08
 850°C
 Class I
 Ta= -20°C +35°C

OPTIC

Opal Polycarbonate

LED

Efficacy up to 174 lm/W
 4000 K
 CRI >80
 Lifetime 72 000 H
 L80/B10 @Tc=65°C

ELECTRICAL SYSTEM

230V/50Hz
 ON/OFF, DALI

ATE 90 SURFACE

IP65

c (mm)	Output (lm)	System (W)	ON/OFF	DALI
4000 K				
664	1568	12	33.91.000.08.01	33.91.000.08.12
1274	3136	24	33.91.000.08.02	33.91.000.08.07
1574	3911	30	33.91.000.08.03	33.91.000.08.08

ATE 140 SURFACE

IP65

c (mm)	Output (lm)	System (W)	ON/OFF	DALI
4000 K				
664	3047	24	33.91.000.08.04	33.91.000.08.09
1274	6095	47	33.91.000.08.05	33.91.000.08.10
1574	7602	59	33.91.000.08.06	33.91.000.08.11

> Fluorescent lamp versions also available – product data at www.climarlighting.com – or by direct request to the factory.

OPTIONS

LED

2700 K, 3000 K, 5000 K, 6500 K

ELECTRICAL SYSTEM

DSI, DIM 1-10V

EMERGENCY

DALI 1 Hour, 3 Hours

SENSORS

Motion
 Ambient Light
 Motion & Ambient Light

OPTIONS

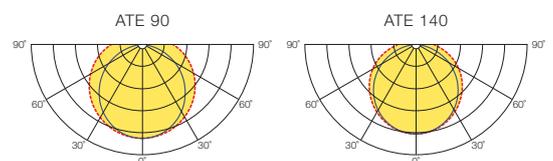
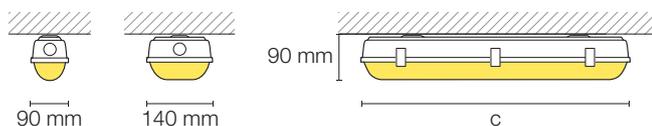
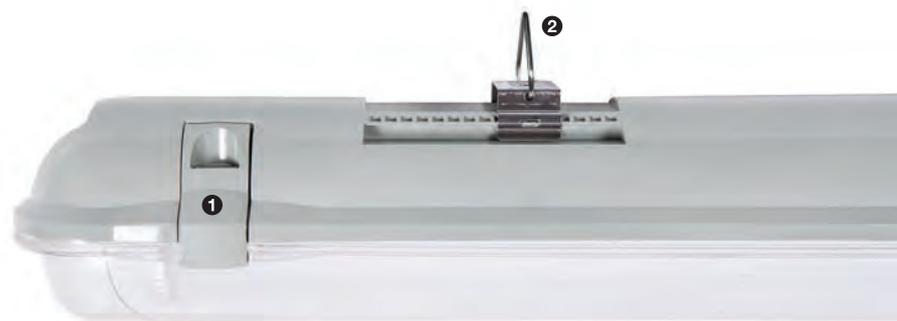
EMERGENCY (EM) - SELF-TEST INTEGRATED

ON/OFF	COD
EM 1H 3W	35.00.003.01.66
EM 3H 3W	35.00.003.01.67



DETAILS

- 1 > Polycarbonate diffuser clips for IP65 protection.
- 2 > Accessories included for all mounting options (Suspended, Surface).



ADAAR IP40, IP44

RECESSED



PT

- > Luminária de luz homogénea para aplicação encastrada.
- > Aplicação universal em aberturas recortadas no teto ou em tetos modulares.
- > Com conjunto de niveladores para instalação rápida e sem ferramentas.
- > Versões com proteção IP40 e IP44 na face visível.
- > Difusor PMMA Microprismático para controlo do encandeamento (UGR <19) ou difusor PMMA Opal para luz difusa.
- > Corpo em chapa de aço com revestimento a epoxy-poliéster.

Figura 4.3-8: Luminária Tipo L5 de acordo com as peças desenhadas de montagem na Loja e respectivas especificações.

Tabela 4.3-9: Especificações Técnicas da Luminária Tipo L5

QUICK INFO

GENERAL

Recessed
IP40 (Optic)
IP20
650°C
Class I
Ta= -20°C +35°C

OPTIC

Opal PMMA
Micro Prismatic PMMA - UGR <19

LED

Efficacy up to 165 lm/W
3000 K, 4000 K
CRI >80
Lifetime 60 000 H
L80/B10 @Tc=65°C

ELECTRICAL SYSTEM

230V/50Hz
ON/OFF, DALI

FINISHING

RAL 9003 Matt White

OPTIONS

LED

2700 K, 5000 K, 6500 K
Tunable White, RGB, RGBW
CRI >90

ELECTRICAL SYSTEM

DSI, DIM 1-10V, Phase-cut

CONTROL SYSTEM

Bluetooth

FINISHING

 Other Colours

EMERGENCY

1 Hour, 3 Hours
DALI 1 Hour, 2 Hours

SENSORS

Motion
Ambient Light
Motion & Ambient Light

ADAAR IP40 RECESSED

OPAL DIFFUSER

bxc (mm)	Output (lm)	System (W)	ON/OFF	DALI
3000 K				
595x595	3116	32	33.23.002.08.26	33.23.002.08.30
	4264	47	33.23.002.08.27	33.23.002.08.31
295x1195	3967	40	33.23.002.08.28	33.23.002.08.32
	5320	57	33.23.002.08.29	33.23.002.08.33
4000 K				
595x595	3360	32	33.23.002.08.34	33.23.002.08.38
	4597	47	33.23.002.08.35	33.23.002.08.39
295x1195	4178	40	33.23.002.08.36	33.23.002.08.40
	5590	57	33.23.002.08.37	33.23.002.08.41

MICRO PRISMATIC DIFFUSER - UGR <19

bxc (mm)	Output (lm)	System (W)	ON/OFF	DALI
3000 K				
595x595	3024	32	33.23.002.08.42	33.23.002.08.46
	4138	47	33.23.002.08.43	33.23.002.08.47
295x1195	3855	40	33.23.002.08.44	33.23.002.08.48
	5169	57	33.23.002.08.45	33.23.002.08.49
4000 K				
595x595	3260	32	33.23.002.08.50	33.23.002.08.54
	4461	47	33.23.002.08.51	33.23.002.08.55
295x1195	4059	40	33.23.002.08.52	33.23.002.08.56
	5432	57	33.23.002.08.53	33.23.002.08.57

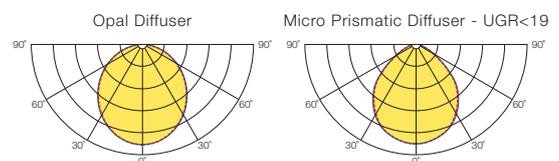
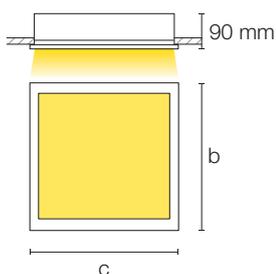
> Fluorescent lamp versions also available – product data at www.climarlighting.com – or by direct request to the factory.

OPTIONS

EXTERNAL EMERGENCY BOX (EM) - SELF-TEST INTEGRATED

ON/OFF	COD
EM BOX 1H 3W	35.00.004.01.56
EM BOX 3H 3W	35.00.004.01.58
DALI	COD
EM BOX 1H 5,4W DALI	35.00.004.01.57
EM BOX 3H 5,4W DALI	35.00.004.01.59

> Box dimensions: 45x120x360 mm.



BOYA 90 DIRECT LIGHT

SURFACE



PT

- > Luminária de luz homogénea com emissão direta do fluxo luminoso.
- > De aplicação saliente.
- > Disponível em três diâmetros standard ou personalizados até 6 metros.
- > Difusor PMMA Opal para iluminação homogénea, difusa e eficiente.
- > Corpo em alumínio sem emendas visíveis.
- > Acabamento exterior da luminária na cor escolhida pelo cliente, sempre com interior branco para manter a uniformidade da luz e elevado coeficiente de reflexão.

Figura 4.4-10: Luminária Tipo L3 de acordo com as peças desenhadas de montagem na Sala de estar e respectivas especificações.

Tabela 4.4-11 - Especificações Técnicas da Luminária Tipo L3

QUICK INFO

GENERAL

Surface
IP40
650°C
Class I
Ta= -20°C +40°C

OPTIC

Opal PMMA

LED

Efficacy up to 141 lm/W
3000 K, 4000 K
CRI >80
Lifetime 50 000 H
L80/B10 @TC=55°C

ELECTRICAL SYSTEM

230V/50Hz
ON/OFF, DALI

FINISHING

RAL 9003 Matt White
RAL 9005 Matt Black

OPTIONS

LED

2700 K, 5000 K, 6500 K
Tunable White, RGB, RGBW
CRI >90

ELECTRICAL SYSTEM

DSI, DIM 1-10V, Phase-cut

CONTROL SYSTEM

Bluetooth

FINISHING

 Other Colours

SENSORS

Motion
Ambient Light
Motion & Ambient Light

BOYA 90 SURFACE - DIRECT LIGHT

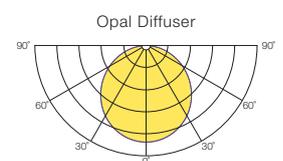
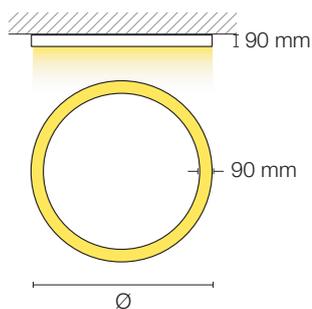
OPAL DIFFUSER

MATT WHITE FINISHING

Ø (mm)	Output (lm)	System (W)	ON/OFF	DALI
3000 K				
1000	3250	50	33.06.30.000456	33.06.30.000471
1400	4652	72	33.06.30.000457	33.06.30.000472
1800	6053	94	33.06.30.000458	33.06.30.000473
4000 K				
1000	3250	48	33.06.30.000468	33.06.30.000486
1400	4652	68	33.06.30.000469	33.06.30.000487
1800	6053	89	33.06.30.000470	33.06.30.000488

MATT BLACK FINISHING

Ø (mm)	Output (lm)	System (W)	ON/OFF	DALI
3000 K				
1000	3250	50	33.06.30.000459	33.06.30.000474
1400	4652	72	33.06.30.000466	33.06.30.000475
1800	6053	94	33.06.30.000467	33.06.30.000476
4000 K				
1000	3250	48	33.06.30.000477	33.06.30.000489
1400	4652	68	33.06.30.000484	33.06.30.000490
1800	6053	89	33.06.30.000485	33.06.30.000491



SIRIUS-D 187 IP44 RECESSED



PT

- Downlight de luz homogénea para aplicação encastrada.
- Índice de proteção IP44 na face visível.
- Com molas de fixação rápida para instalação sem ferramentas.
- Adequado para instalação em tetos falsos com espessura entre 1 e 25 mm.
- Luminária com fonte de alimentação incorporada.
- Difusor policarbonato opal para iluminação homogénea, difusa e eficiente.
- Aro de remate em alumínio com revestimento a epoxy-poliéster.

Figura 4.5-12: Luminária Tipo L4 de acordo com as peças desenhadas de montagem na varranda e corredores e respectivas especificações.

Tabela 4.5-13: Especificações técnicas da Luminária L4

QUICK INFO

GENERAL

Recessed
 IP44 (Optic), IP20 (Geral)
 IK06
 850°C
 Class II
 Ta= -20°C +35°C

OPTIC

Opal Polycarbonate

LIGHT SOURCE

LED Modules

SPECIFICATIONS

Efficacy up to 109 lm/W
 3000 K, 4000 K
 CRI >80
 Lifetime 50 000 H
 L70/B10 @Tc=65°C

ELECTRICAL SYSTEM

220-240V/50-60Hz
 ON/OFF

FINISHING

RAL 9003 Matt White

SIRIUS-D 187 RECESSED

OPAL DIFFUSER

IP44

Color Temp.	Ø (mm)	Output (lm)	System (W)	COD
3000 K	187	1448	20	33.92.012.08.01
4000 K	187	1507	20	33.92.012.08.02

OPTIONS



EXTERNAL EMERGENCY BOX (EM)

ON/OFF	REST MODE	DIMENSION	COD
EM BOX 1H 3W	6-12 V	45x120x360 mm	35.00.005.01.02
EM BOX 3H 3W	6-12 V	45x120x360 mm	35.00.005.01.03

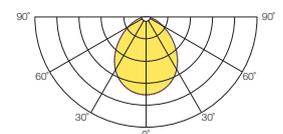
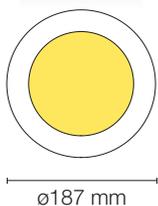
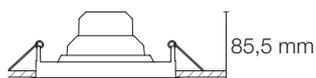
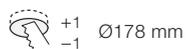
DALI	DIMENSION	COD
EM BOX 1H 5,4W DALI	45x120x360 mm	35.00.005.01.04
EM BOX 3H 5,4W DALI	45x120x360 mm	35.00.005.01.05

OPTIONS

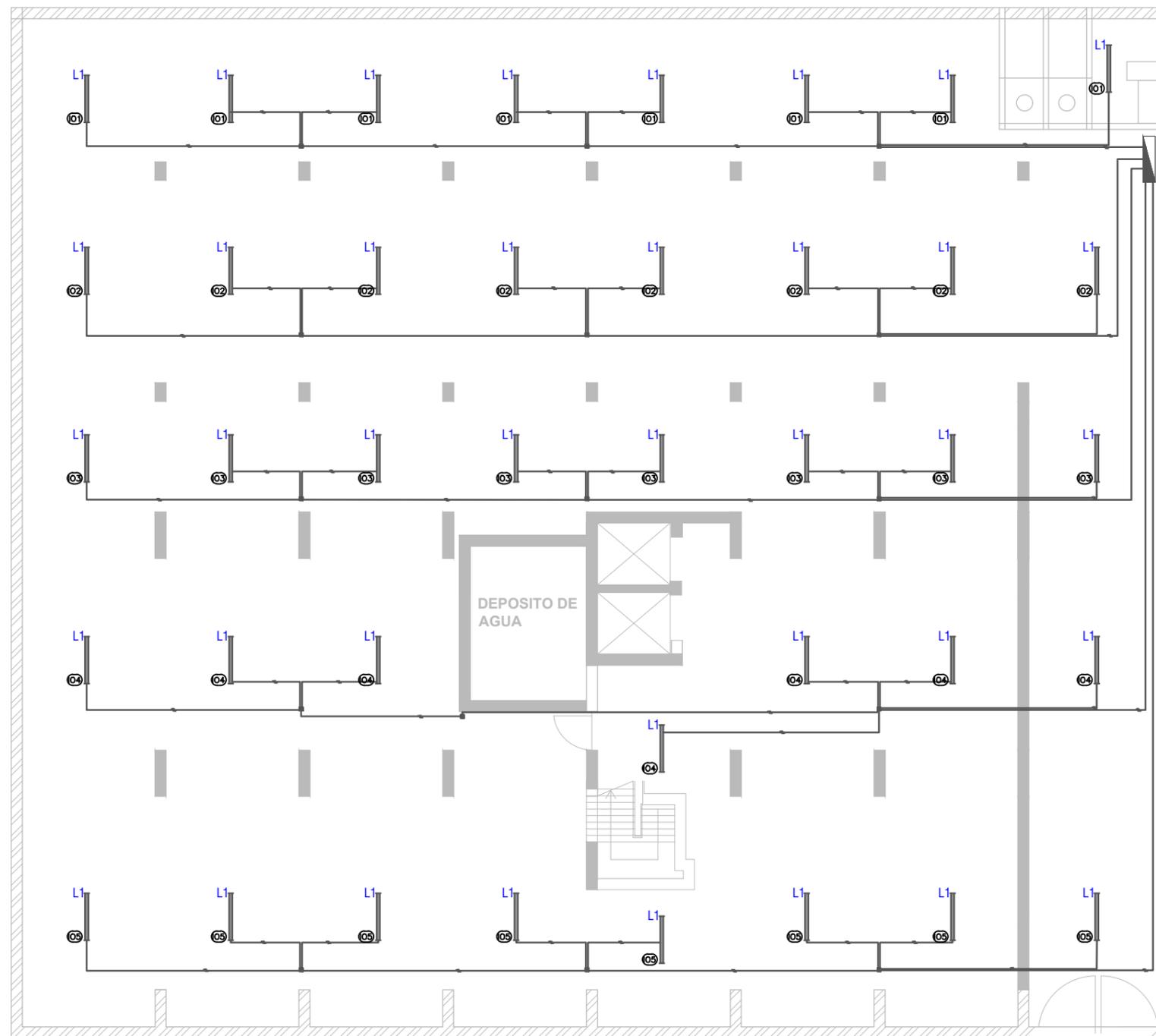
EMERGENCY

1 Hour, 3 Hours
 DALI 1 Hour, 3 Hours

CUT OUT



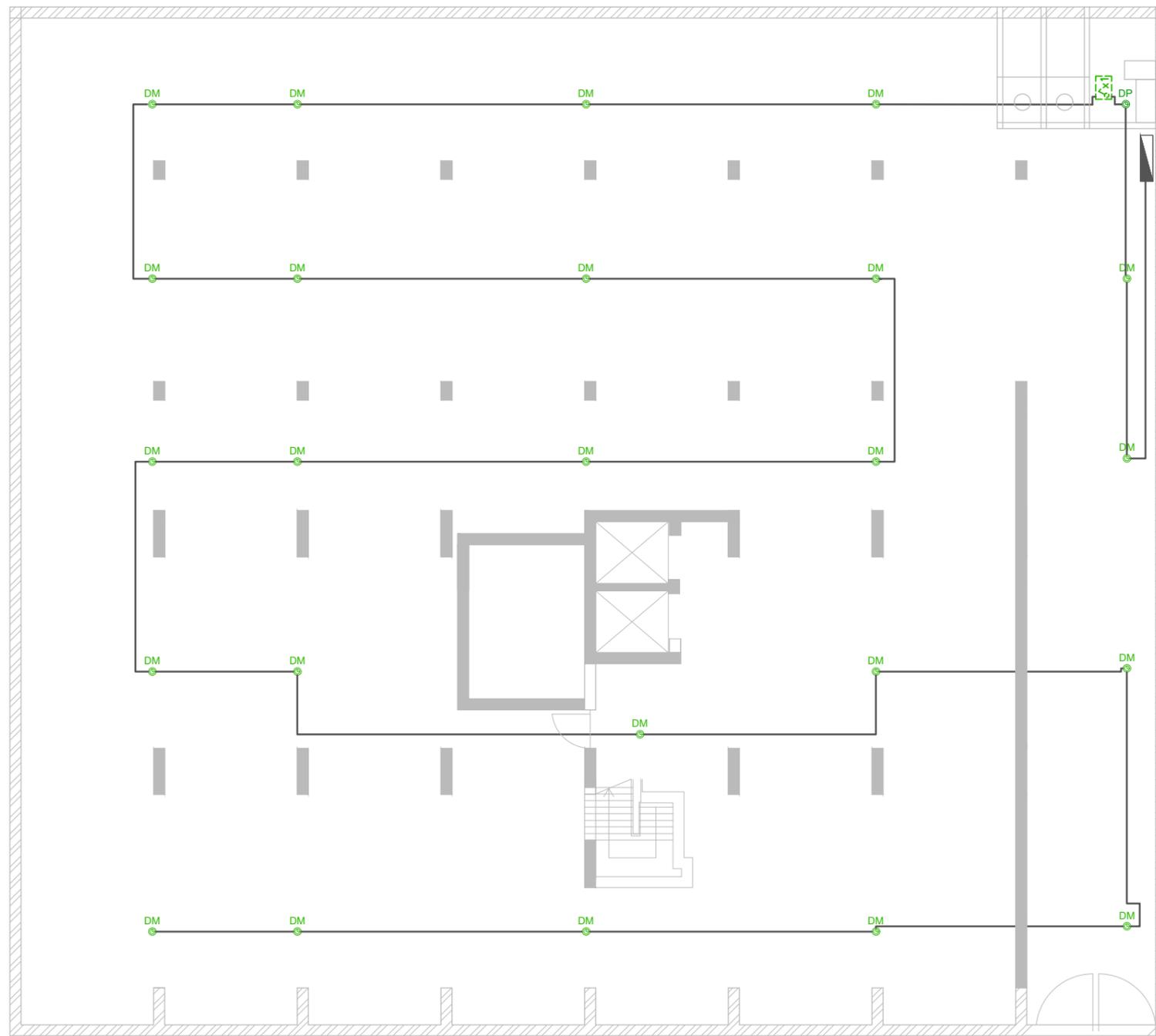
ANEXO 5 - PEÇAS DESENHADAS



Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
-  - Quadro Eléctrico da Cave
-  - Luminária de estaque linear LED, ATE 140 IP66 IK08, de superfície com difusor opal, com dimensões 140X1274 mm, com 6095 lm, tipo L1.
-  - Caixa de derivação
-  - Identificação dos circuitos
-  - Serviço monofásico
-  - Detector de Presença
-  - Interruptor Simples saliente
-  - Comutador de lustre
-  - Comutador de escada com inversor
-  - Comutador de escada
-  - Comutador de escada duplo

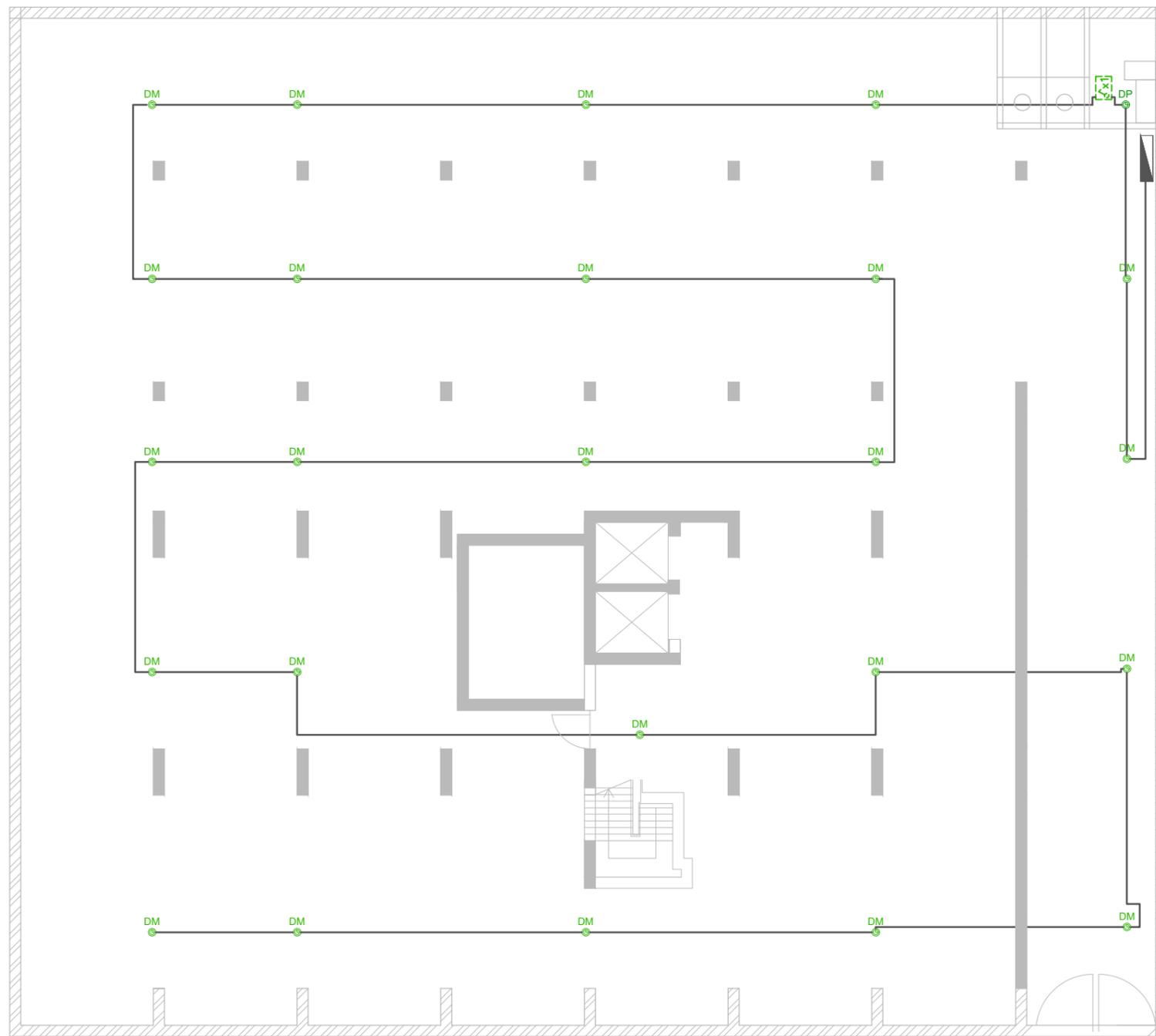
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Ezequiel, Múcio, Estelita, Abílio	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO: PRÉDIO RESIDENCIAL DOS CHIFRES NA ZONA KAMPUNDO, CIDADE DE MAPUTO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Múcio, Anabela, J. Abílio, Engº		
APROVOU: Mestre Anacleto J. Abílio, Engº		CURSO: Engº Electricidade - Pós Laboral
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo	TÍTULO DO DESENHO: ILUMINAÇÃO DA CAVE	DESENHO Nº 01
ESCALA: 1/100		REVISÃO Nº 01
DATA: 20/12/2023		REVISÃO Nº 02



Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
-  - Barramento EIB / KNX, cabo YMYC 2x2x0,8mm²
-  - Detector de Movimento
-  - Detector de Presença
-  - Comando de KNX saliente na parede

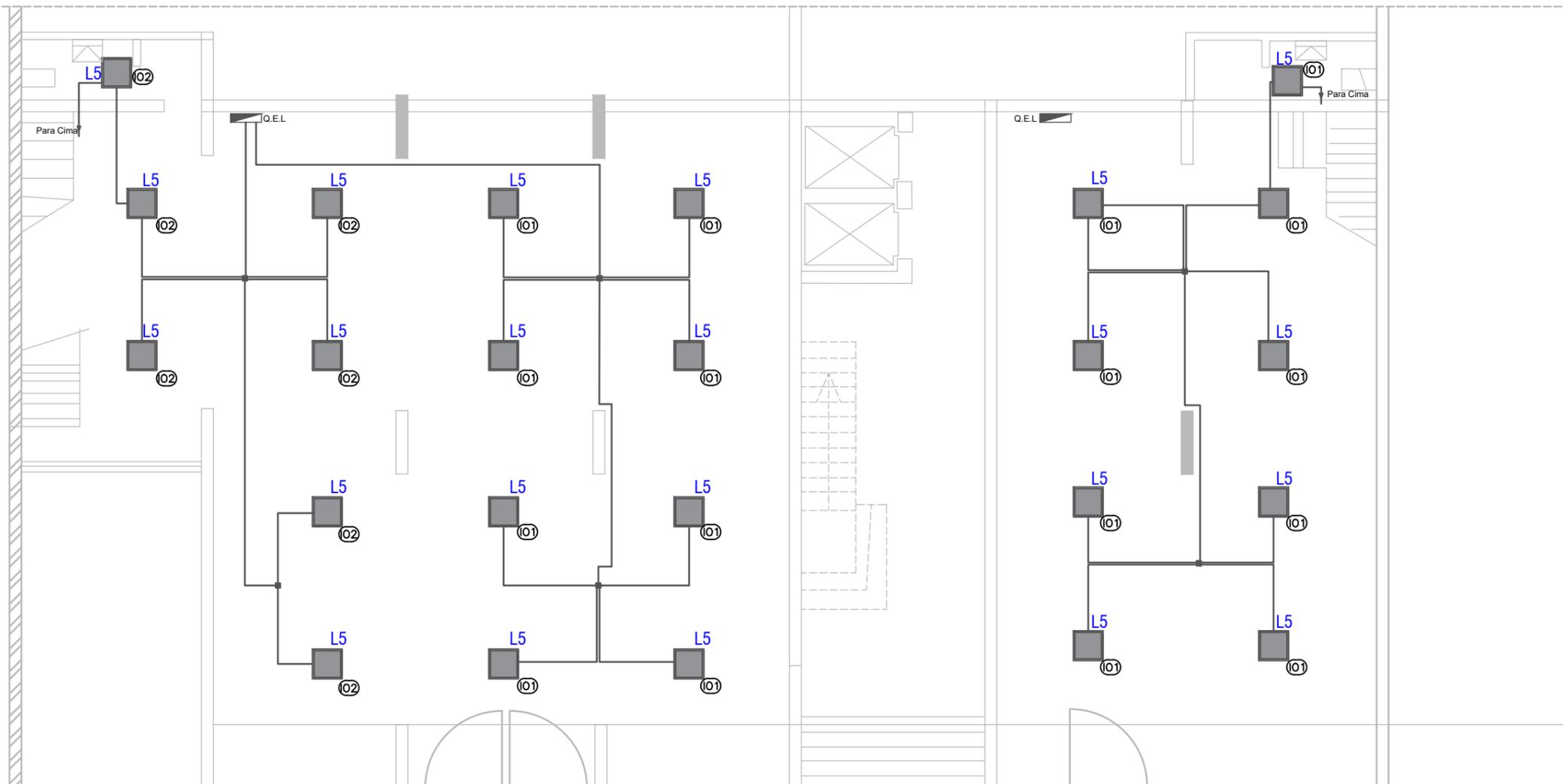
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Engenheira Mónica Estêvão Abreu	PROTECÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA KNX PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestriz Anaabela J. Abreu, Eng	ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO: PRÉDIO RESIDENCIAL DOSE D'UM NO BARRIO VAMPASSIMO, IGUADE DE MAVORO	
APROVOU: Mestriz Anaabela J. Abreu, Eng		CURSO: Engª Eléctrica - Pós Laboral
SOCIALIZAÇÃO: Cidade de Maputo	TÍTULO DO DESENHO: COMANDO KNX NA CAVE	DESENHO Nº 02
ESCALA: 1/100		REVISÃO Nº 02
DATA: 21/12/2022		



Legenda:

- Quadro Eléctrico
- Quadro Eléctrico Geral da Cave
- Barramento EIB / KNX, cabo YMYC 2x2x0,8mm²
- Detetor de Movimento
- Detetor de Presença
- Comando de KNX saliente na parede

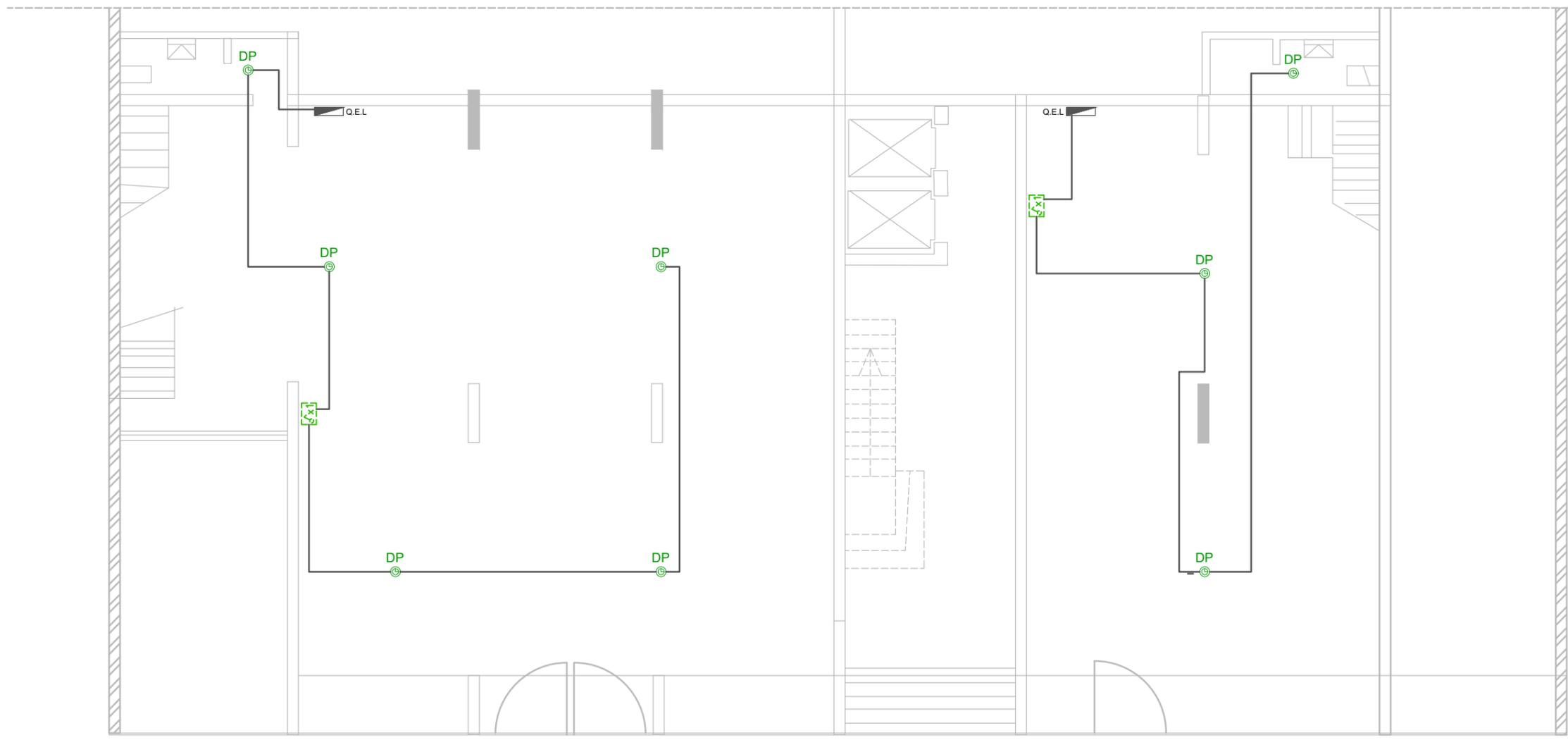
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Emanuel, Múcio, Estelito, Abílio	PROJECCÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA KNX PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO: PREDIO RESIDENCIAL DOS OBRIGOS BARRIO KAMPYUANO, CIDADE DE MAPUTO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestre Anacleto J. Abino, Eng ^o		
APROVOU: Mestre Anacleto J. Abino, Eng ^o	TÍTULO DO DESENHO: ILUMINAÇÃO DE EMERGENCIA DA CAVE	CURSO: Eng ^o Electrica - Pós Laboral
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo		DESENHO Nº: 03
ESCALA: 1/100		REVISÃO Nº: 00
DATA: 20/12/2022		



Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
-  - Quadro Eléctrico Loja
-  - Luminária ADAAR IP40 Recessed 4000K. 595x595, 4597 lm, tipo L5
-  - Caixa de derivação
-  - Identificação dos circuitos
-  - Serviço monofásico
-  - Detector de Presença
-  - Interruptor Simples saliente
-  - Comutador de lustre
-  - Comutador de escada com inversor
-  - Comutador de escada
-  - Comutador de escada duplo

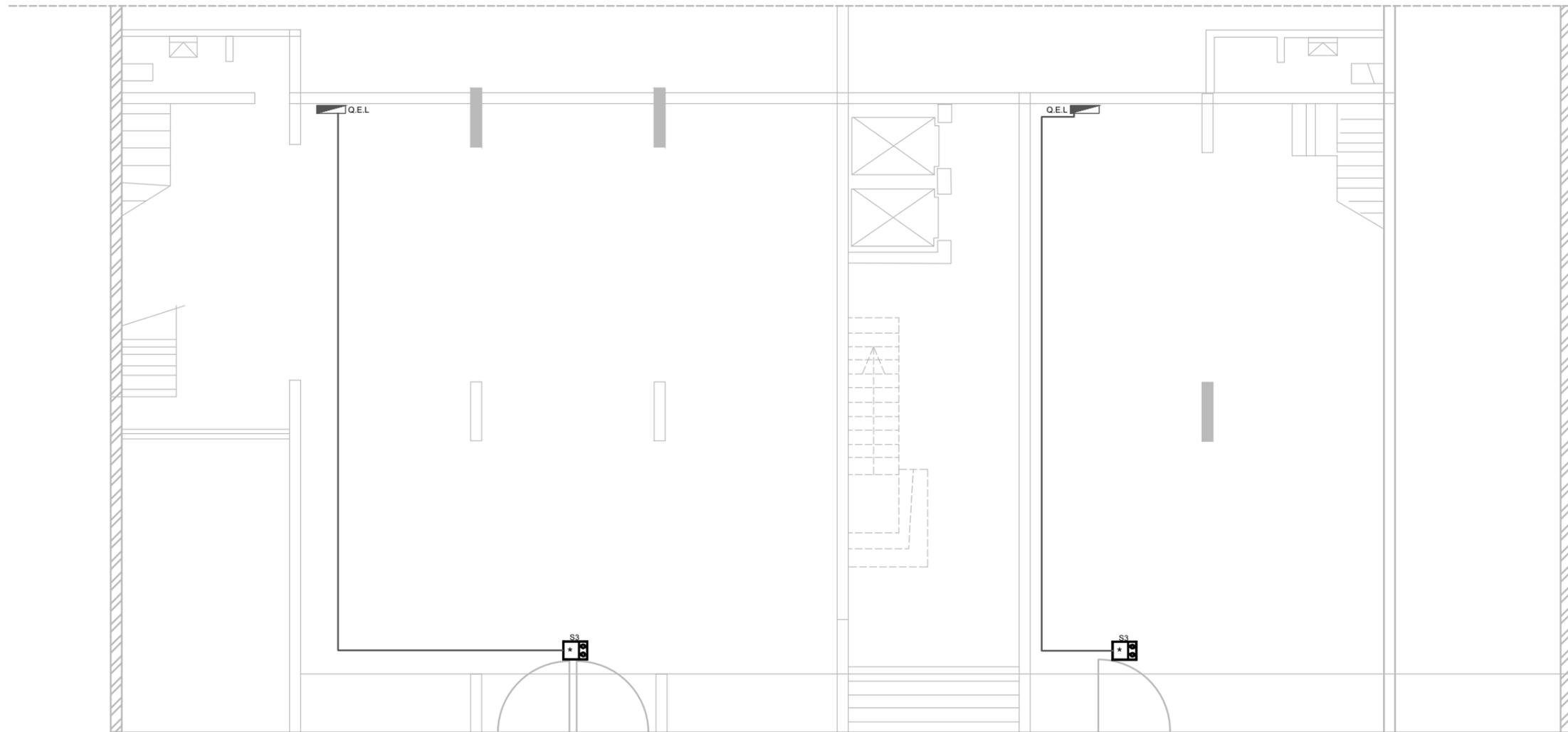
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Engenheira Mónica Estêvão Abreu	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA PARA MELHORIA DO GRÁU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO PREDIO RESIDENCIAL DOS CHUS NO BAIRRO KAMPUNDO, CIDADE DE MAPUTO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestriz Anacláudia J. Abreu, Eng.		
APROVOU: Mestriz Anacláudia J. Abreu, Eng.	TÍTULO DO DESENHO: ILUMINAÇÃO DA LOJA - PRED 1	CURSO: Eng. Eléctrica Pós-Laboral
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo		DESENHO Nº: 04
ESCALA: 1/100		REVISÃO Nº: 02
DATA: 21/12/2023		



Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
-  - Quadro Eléctrico Loja
-  - Barramento EIB / KNX, cabo YMYC 2x2x0,8mm²
-  - Detector de Movimento
-  - Detector de Presença
-  - Comando de KNX saliente na parede

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Eng.º José António Abreu	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA KNX PARA MELHORA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO PREDIO RESIDENCIAL DOS OBRINHOS BARRIO KAMPYUNGO, CIDADE DE MAPUTO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestre Anacleto J. Abreu, Eng.º		
APROVOU: Mestre Anacleto J. Abreu, Eng.º	TÍTULO DO DESENHO: COMANDO KNX DA LOJA - PRIO 1	CURSO: Eng.º Electricidade Plus Laboral
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo		DESENHO Nº 00
ESCALA: 1/100		REVISÃO Nº 00
DATA: 29/12/2022		



Legenda:

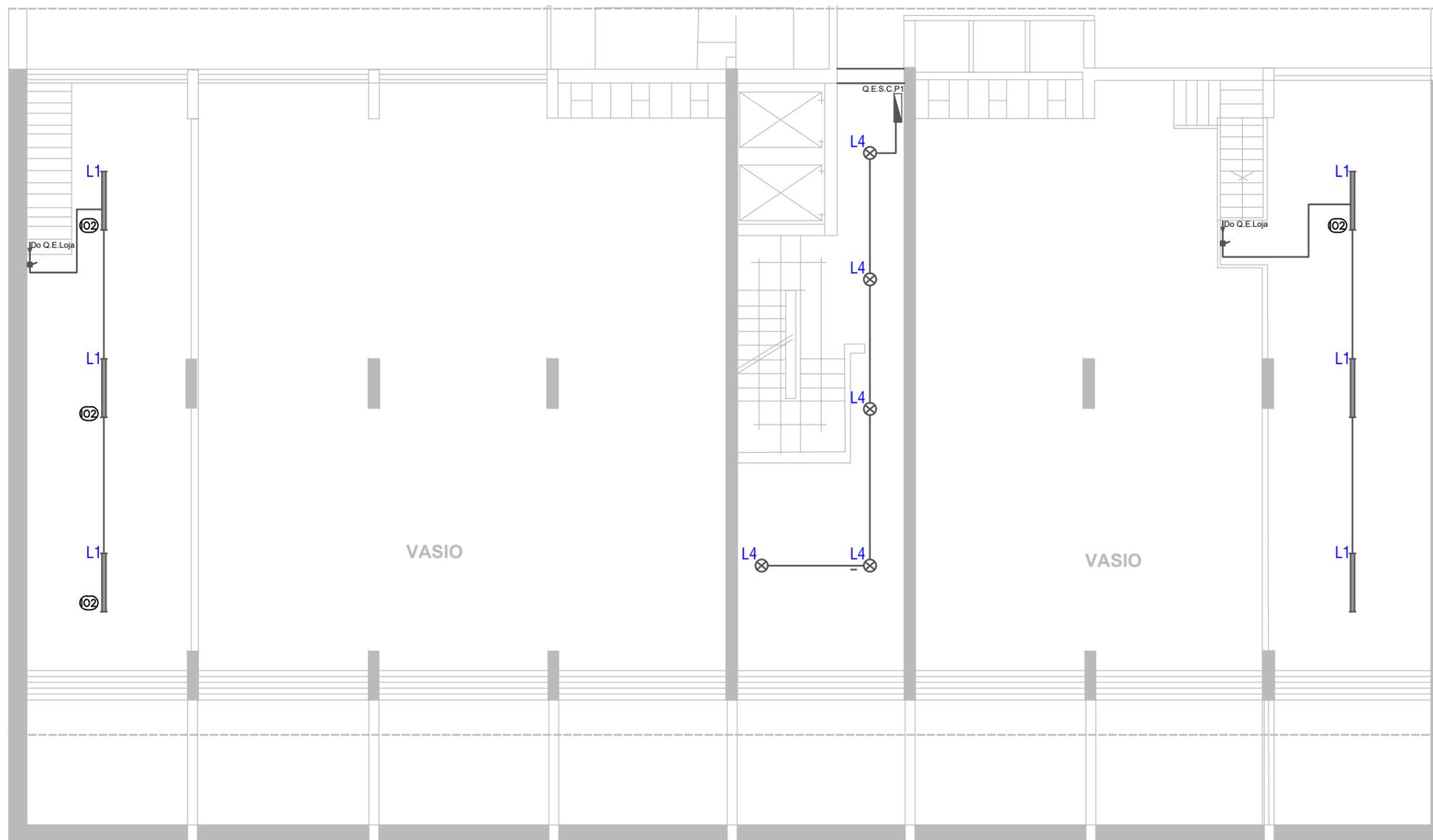
- Quadro Eléctrico
- Quadro Eléctrico Loja
- Identificação dos circuitos
- Bloco autónomo permanente com pintograma a instalar no tecto ou em paredes nas portas.

S1 - Pintograma indicando a saída de emergência (Porta a Esquerda)

S2 - Pintograma indicando a saída de emergência (Porta a Direita)

S3 - Pintograma indicando a saída de emergência (Na Porta)

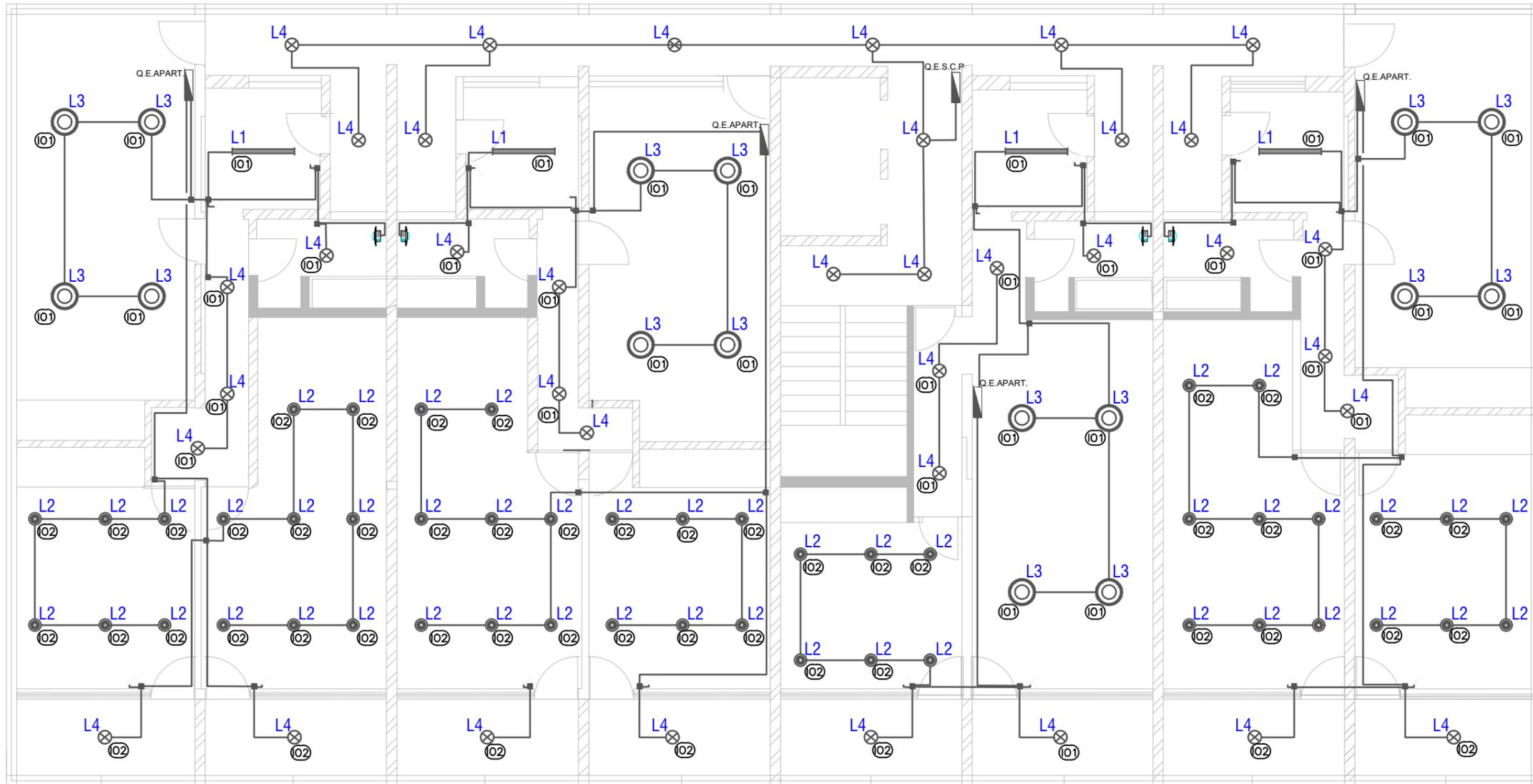
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Emanuel, Mico, Evandro, Abilio	PROJECCAO DE UM SISTEMA DE DOMOTICA PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIENCIA ENERGETICA NAS INSTALACOES ELECTRICAS PREVIAS - ESTUDO DE CASO PREVO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestriz Anacleto J. Abino, Eng	RESIDENCIAL DOS CHINHO SAIBIRO KAMPUMBO, CIDADE DE MAPUTO	
APROVOU: Mestriz Anacleto J. Abino, Eng	TITULO DO DESENHO: ILUMINACAO DE EMERGENCIA DA LOJA - PRD 1	CURSO: Eng ^a Electrica - Pós Laboral
SOCIALIZACAO: Cidade de Maputo		DESENHADO: 08
ESCALA: 1/100		REVISAO: N° 00
DATA: 29/12/2022		



Legenda:

- Quadro Eléctrico
- Quadro Eléctrico Serviços Comuns Piso 1
- Luminária de estanque linear LED, ATE 140 IP66 IK08, de superfície com difusor opal, com dimensões 140X1274 mm, com 6095 lm, tipo L1.
- Luminária Forlighth Saliente IP55, TC-016, tipo L4
- Caixa de derivação
- Identificação dos circuitos
- Serviço monofásico
- Detector de Presença
- Interruptor Simples saliente
- Comutador de lustre
- Comutador de escada com inversor
- Comutador de escada
- Comutador de escada duplo

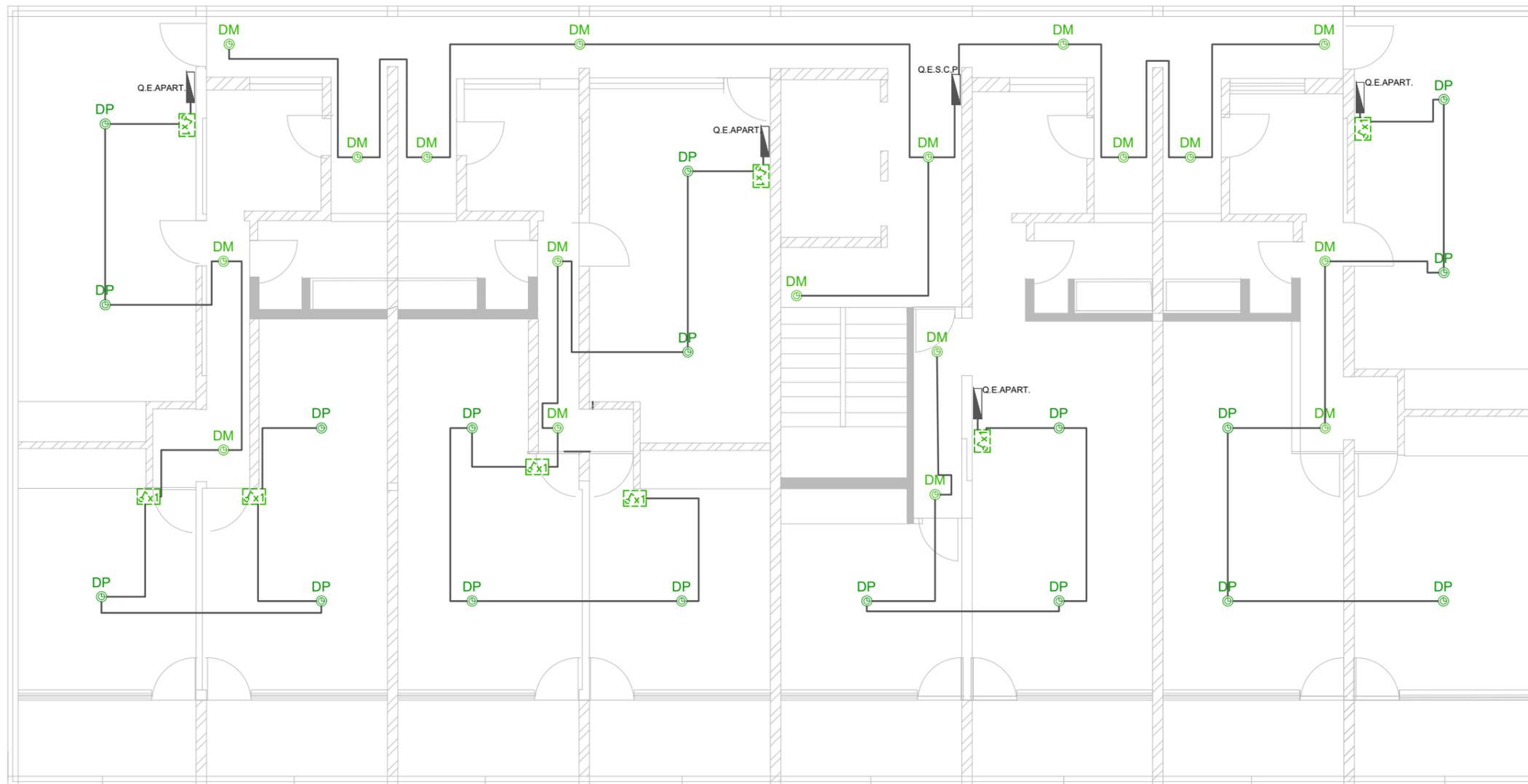
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Eng.º M.º Estelito Abreu	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREVIAS - ESTUDO DE CASO: PRÉDIO RESIDENCIAL DOS CHÁS NO BARRIO VAMPÍLAVO, ZONA DE BARRIO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestre Anacleto J. Abreu, Eng.º		
APROVOU: Mestre Anacleto J. Abreu, Eng.º	TÍTULO DO DESENHO: ILUMINAÇÃO DA SOB-LOJA - PRISO 1	CURSO: Eng.º Eléctrica - Pós-Laboral
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo		DESENHO Nº: 01
ESCALA: 1/100		REVISÃO Nº: 02
DATA: 21/12/2023		



Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
-  - Quadro Eléctrico Apartamento
-  - Quadro Eléctrico Serviços Comuns do Piso
-  - Luminária de estanque linear LED, ATE 140 IP66 IK08, de superfície com difusor opal, com dimensões 140X1274 mm, com 6095 lm, tipo L1.
-  - Luminária Sirius - D 137 Recessed 4000 K, 1507 lm, tipo L2
-  - Luminária Boya 90 Surface - Direct ligh matt black 3000K 3250, tipo L3
-  - Luminária Forlighth Saliente IP55, TC-016, tipo L4
-  - Caixa de derivação
-  - Identificação dos circuitos
-  - Serviço monofásico
-  - Detector de Presença
-  - Interruptor Simples saliente
-  - Comutador de lustre
-  - Comutador de escada com inversor
-  - Comutador de escada
-  - Comutador de escada duplo

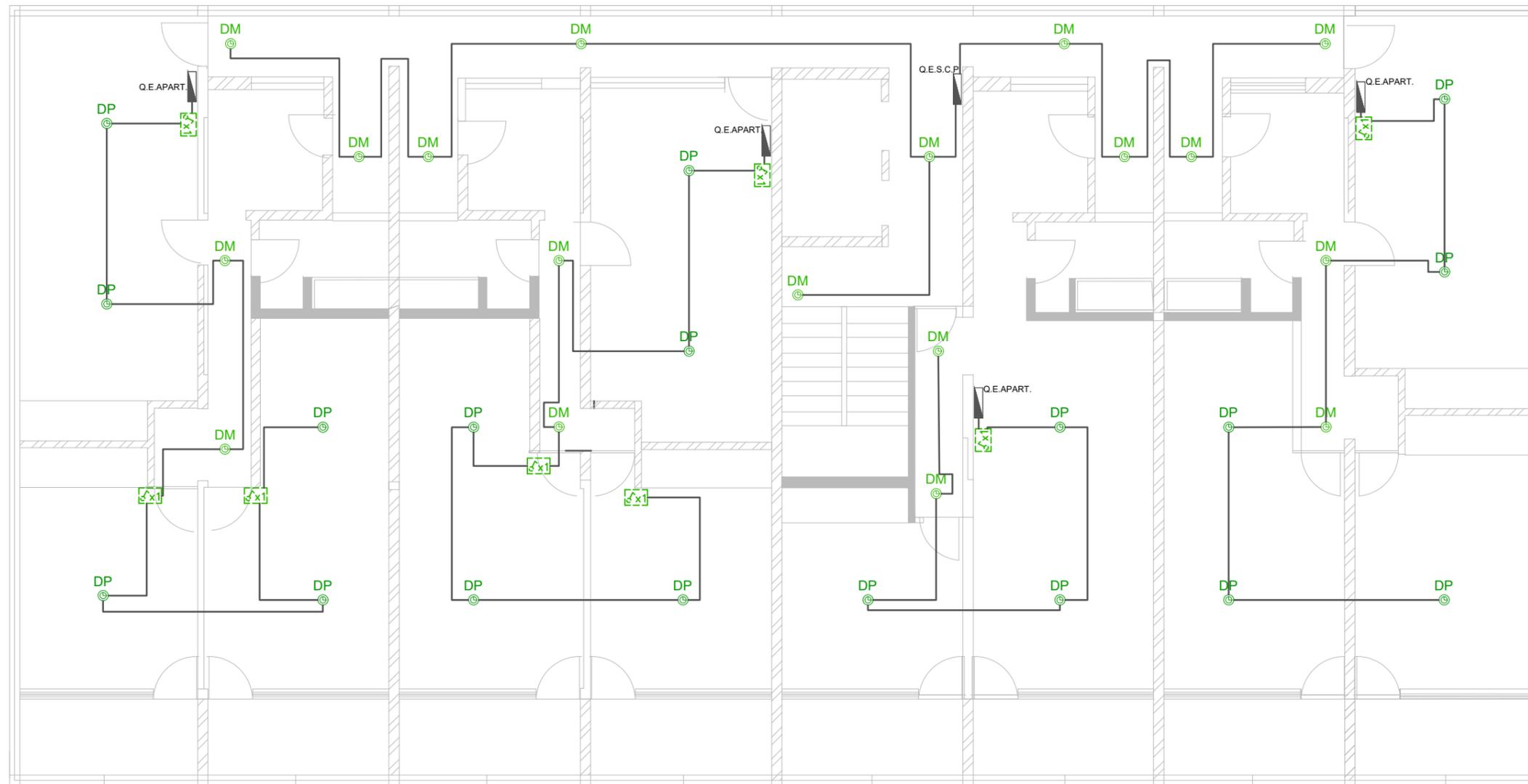
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Ezequiel, Múcio Estelito Abreu	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO PRÉDIO RESIDENCIAL DOS CHINHO SÁBADO (VAMPÍRIOS) - EDIFÍCIO DE BARRATO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mónica Anacleto J. Albino, Eng.		
APROVOU: Mónica Anacleto J. Albino, Eng.		
SITUAÇÃO: Cidade de Maputo	TÍTULO DO DESENHO: ILUMINAÇÃO PREDIA A 1/1	CURSO: Eng.º Eléctrica - Pós Laboral
ESCALA: 1/100		DESENHO Nº: 08
DATA: 21/12/2023		REVISÃO Nº: 01



Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
-  - Quadro Eléctrico Apartamento
-  - Quadro Eléctrico Serviços Comuns do Piso
-  - Barramento EIB / KNX, cabo YMYC 2x2x0,8mm²
-  - Detetor de Movimento
-  - Detetor de Presença
-  - Comando de KNX saliente na parede

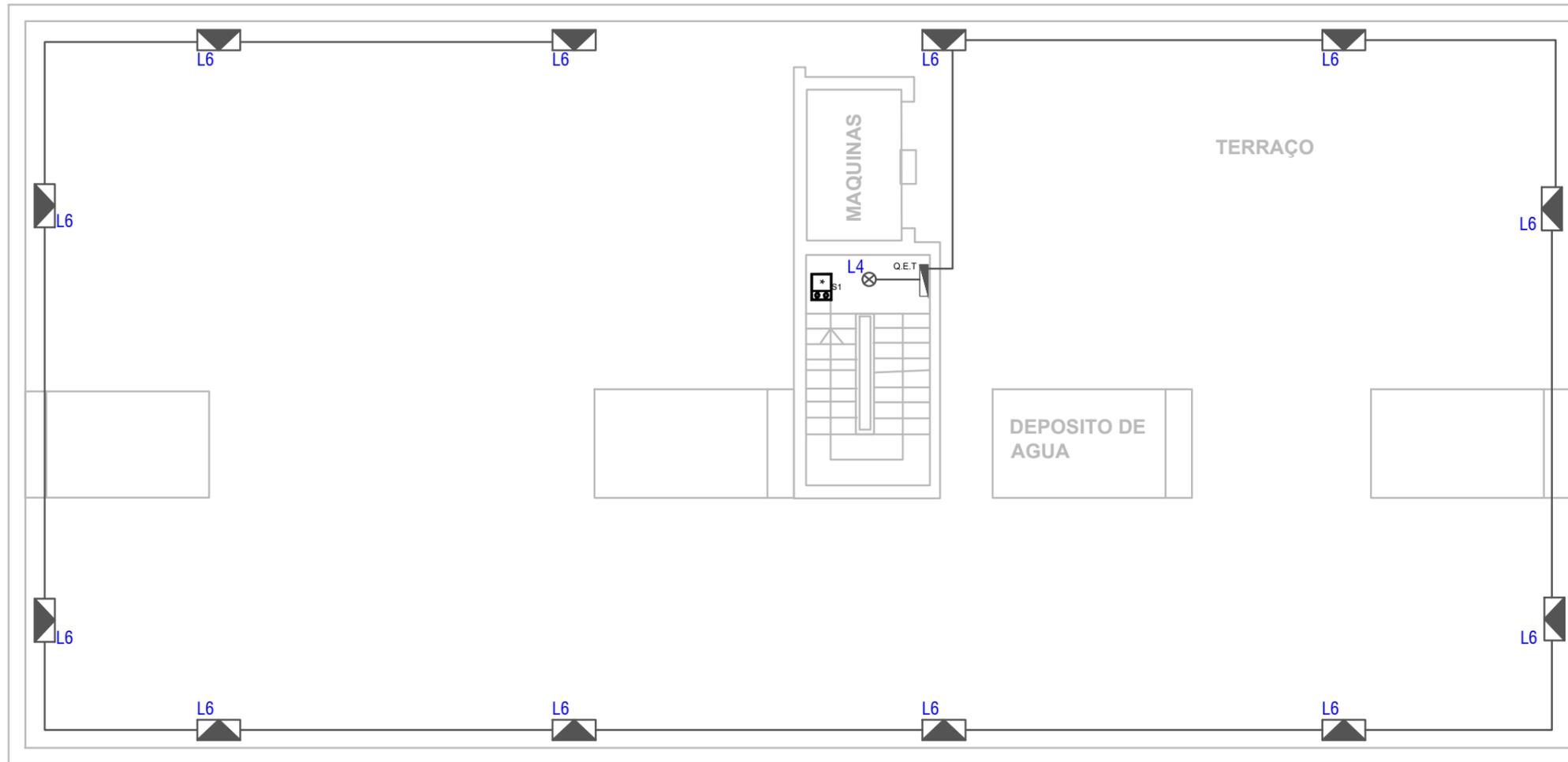
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Eng.º M.º Est.º Abílio	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA KNX PARA MELHORIA DO GRÁU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PRECISAS - ESTUDO DE CASO PRECISO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestre Anatólio J. Abílio, Eng.º	REVISÃO: José Carlos de Sá, Eng.º	CURSO: Eng.º Electra - Pós-Lab.º
APROVOU: Mestre Anatólio J. Abílio, Eng.º	TÍTULO DO DESENHO: COMANDO KNX DO PISO 2 A 19	DESENHO Nº: 08
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo	ESCALA: 1/100	REVISÃO Nº: 01
DATA: 21/12/2023		



Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
-  - Quadro Eléctrico Apartamento
-  - Quadro Eléctrico Serviços Comuns do Piso
-  - Barramento EIB / KNX, cabo YMYC 2x2x0,8mm²
-  - Detetor de Movimento
-  - Detetor de Presença
-  - Comando de KNX saliente na parede

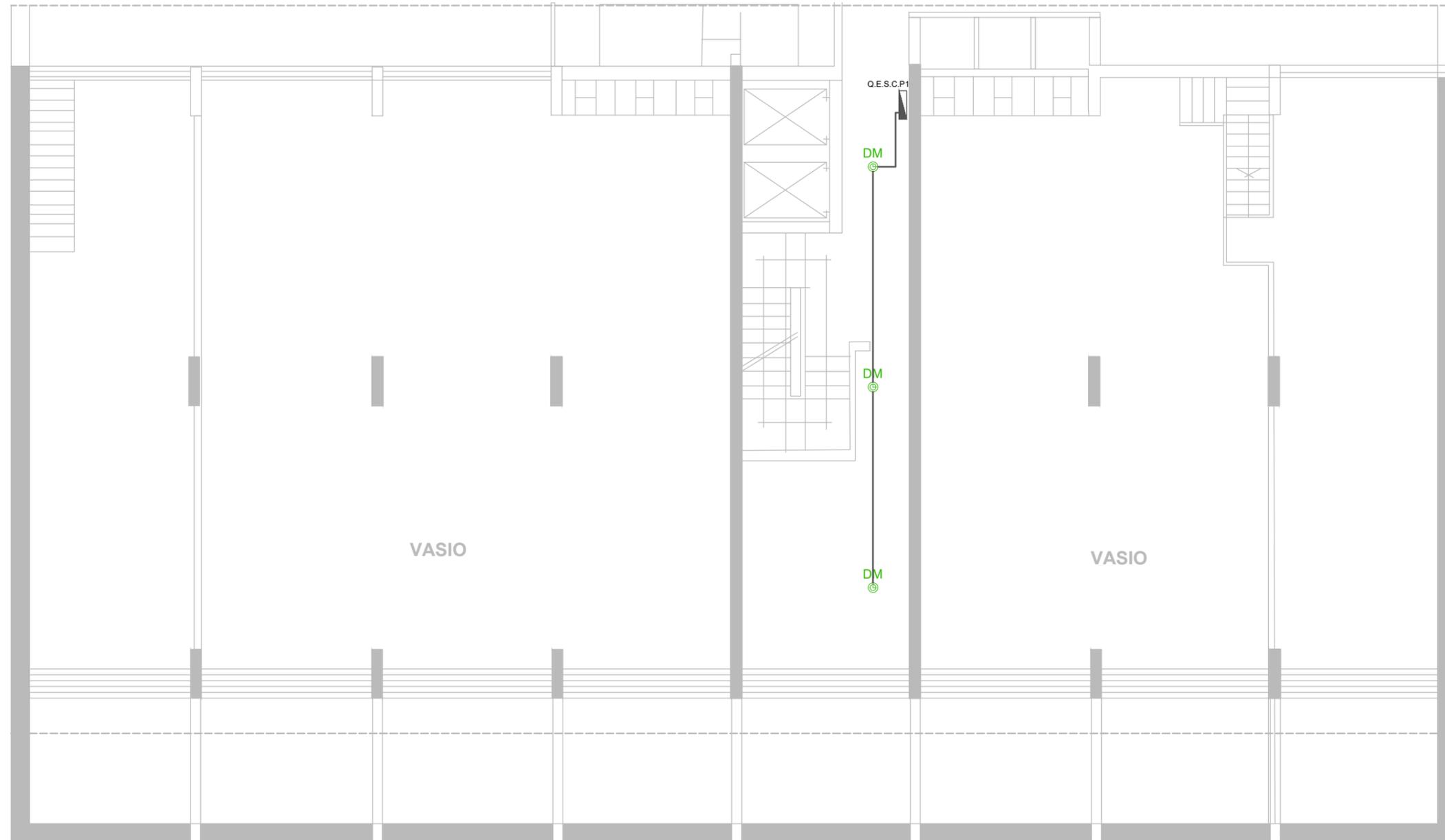
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Eng.º Miguel Estrela Abreu	PROJECCAO DE UM SISTEMA DE DOMOTICA KNX PARA MELHORAR O GRAU DE EFICIENCIA ENERGETICA NAS INSTALACOES ELECTRICAS PREDIAIS - ESTUDO DE CASO PREDIO RESIDENCIAL DOS OREM DO BARRIO KAMPYUNGO, CIDADE DE MAPUTO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestre Anacleto J. Abreu, Eng.º		
APROVOU: Mestre Anacleto J. Abreu, Eng.º	TITULO DO DESENHO: ILUMINACAO DE EMERGENCIA PREDIO 2 A 13	CURSO: Eng.º Electrica - Plus Laboral
SOCIALIZACAO: Cidade de Maputo		DESENHO Nº: 10
ESCALA: 1/100		REVISAO Nº: 00
DATA: 28/12/2022		



Legenda:

- Quadro Eléctrico
- Quadro Eléctrico Loja
- Luminária Brick flood Opal Class 5026 lm, tipo L6
- Caixa de derivação
- Identificação dos circuitos
- Serviço monofásico
- Detector de Presença
- Interruptor Simples saliente
- Comutador de lustre
- Comutador de escada com inversor
- Comutador de escada
- Comutador de escada duplo

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Ezequiel, Mito, Evandro, Abreu	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO: PRÉDIO RESIDENCIAL DOS CHÁS NO BAIRRO KAMPFANO, CIDADE DE MAPUTO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestriz Anabela J. Abreu, Engº		
APROVOU: Mestriz Anabela J. Abreu, Engº	TÍTULO DO DESENHO: ILUMINAÇÃO DA COBERTURA - TERRAÇO	CURSO: Engº Electra - Pós Laboral
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo		DESENHO Nº: 11
ESCALA: 1/100		REVISÃO Nº: 00
DATA: 21/12/2022		

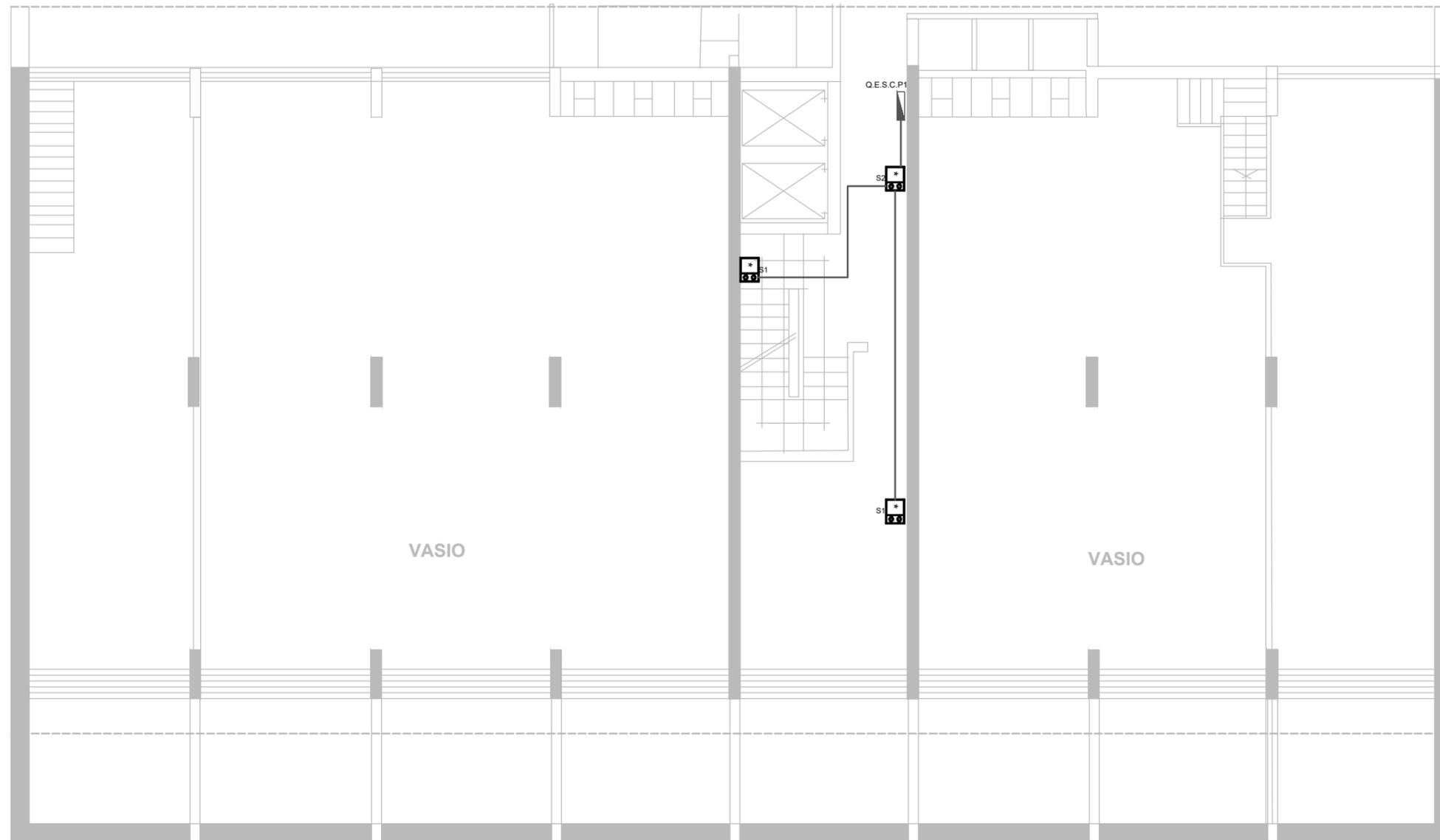


Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
- Q.E.S.C.P1 - Quadro Eléctrico Serviços Comuns Piso 1
-  - Barramento EIB / KNX, cabo YMYC 2x2x0,8mm²
- DM  - Detetector de Movimento
- DP  - Detetector de Presença
-  - Comando de KNX saliente na parede

A5.26

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Ezequiel, Máico Endritz Abino	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA KNX PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDAB - ESTUDO DE CASO PREDIO RESIDENCIAL DOZ OFM NO BARRIO KAMPUNDO, CIDADE DE MAPUTO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestre Anacleto J. Abino, Engº	REVISÃO: DOZ OFM NO BARRIO KAMPUNDO, CIDADE DE MAPUTO	CURSO: Engº Eléctrica - Pós Laboral
APROVOU: Mestre Anacleto J. Abino, Engº	TÍTULO DO DESENHO: COMANDO DE KNX SOB LUGA	DESENHO Nº 12
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo	ESCALA: 1/150	REVISÃO Nº 00
DATA: 21/12/2023		

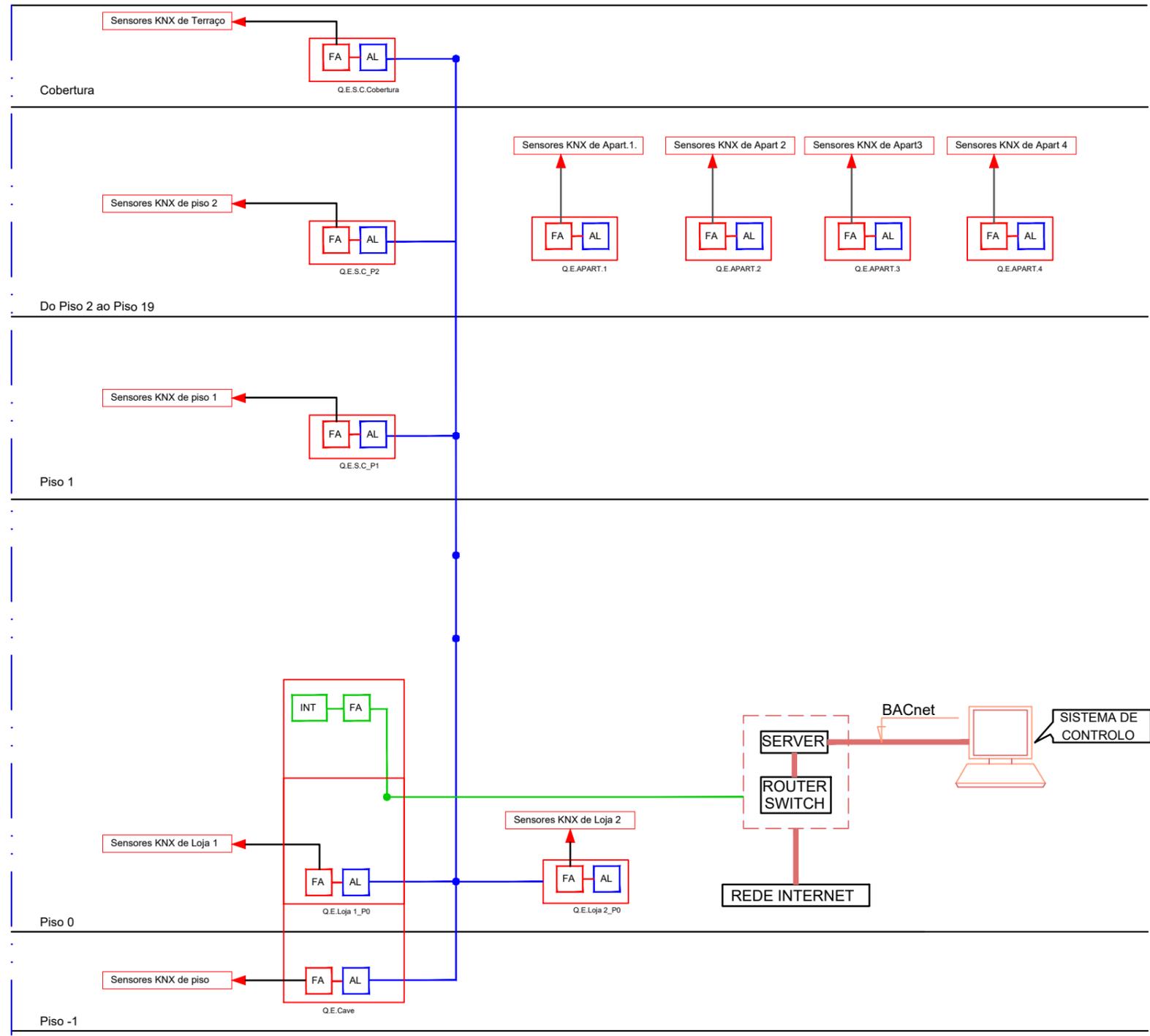


Legenda:

-  - Quadro Eléctrico
-  - Quadro Eléctrico Serviços Comuns do Piso
-  - Identificação dos circuitos
-  - Bloco autónomo permanente com pintograma a instalar no tecto ou em paredes nas portas.
-  S1 - Pitograma indicando a saída de emergência (Porta a Esquerda)
-  S2 - Pitograma indicando a saída de emergência (Porta a Direita)
-  S3 - Pitograma indicando a saída de emergência (Na Porta)

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Eng.º José António Abreu	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO PRÉDIO RESIDENCIAL DOS OBRINHOS BARRIO GARRIFALDO, COVILHAS DE BARRIO	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestre Anatólio J. Abreu, Eng.º		
APROVOU: Mestre Anatólio J. Abreu, Eng.º	TÍTULO DO DESENHO: ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA SOB LULA	CURSO: Eng.º Electricidade Laboral
LOCALIZAÇÃO: Cidade de Maputo		DESENHO Nº: 13
ESCALA: 1/100		REVISÃO Nº: 00
DATA: 29/12/2023		

DIAGRAMA DE KNX DO EDIFÍCIO



Legenda	
FA	Fonte de Alimentação
AA	Acoplador de Área
AL	Acoplador de Linha
INT	IP Interface KNX

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE		
FACULDADE DE ENGENHARIA		
DESENHOU: Eng.º M.º António Abreu	PROJEÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA KNX PARA MELHORIA DO GRAU DE EFICIÊNCIA	DEPARTAMENTO: DEEL
VERIFICOU: Mestre António J. Abreu, Eng.º	ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS PREDIAS - ESTUDO DE CASO PREDIO	
APROVOU: Mestre António J. Abreu, Eng.º	RESIDENCIAL, DOZ ONHO BARRO, MAPUTO, CIDADE DE MAPUTO	
SOCIALIZAÇÃO: Cidade de Maputo	TÍTULO DO DESENHO: DOMÓTICA KNX	CURSO: Eng.º Electricidade Laboral
ESCALA: 1:100		DESENHO Nº: 14
DATA: 21/12/2022		REVISÃO Nº: 00

ANEXO 6

Tabela 6.1-30: Acta de encontro nº1



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2023ELTLPL01
---------------------	--------------

Data:	20/02/2023
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do TAT do Trabalho de Licenciatura

2. PRESENCAS:

Supervisor	Mestre Anacleto João Albino, Eng ^o
Co-Supervisor	
Estudante	Máico Ercélio Albino Ezequiel
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Correcção, melhoria dos objectivos e método de pesquisa a adoptar

4. RECOMENDAÇÕES:

Revisão e leitura sobre criação de hipóteses e variáveis
Acrescentar os objectivos específicos

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	10/05/2023
-----------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2023ELTLPL01
---------------------	--------------

Data:	04/12/2023
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho relativamente a estrutura do trabalho

2. PRESENCAS:

Supervisor	Mestre Anacleto João Albino, Eng.º
Co-Supervisor	
Estudante	Máico Ercélio Albino Ezequiel
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Discussão da apresentação da estrutura geral do trabalho
--

4. RECOMENDAÇÕES:

Ler o regulamento de culminação de curso e estrutura organizacional do TL

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	06/12/2023
-----------------------------	------------

Tabela 6.3-32: Acta de encontro nº3



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2023ELTLPL01
---------------------	--------------

Data:	06/12/2023
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho relativamente a Introdução, aos objectivos gerais e Especificos do trabalho
--

2. PRESENCAS:

Supervisor	Mestre Anacleto João Albino, Eng ^o
Co-Supervisor	
Estudante	Máico Ercélio Albino Ezequiel
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Leitura e correção da Introdução, objectivos
--

4. RECOMENDAÇÕES:

Tornar curta as frases dos objectivos específicos
Verificar e melhorar a metodologia a utilizar

5. OBSERVAÇÕES	
-----------------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	07/12/2023
------------------------------------	------------

Tabela 6.4-33: Acta de encontro nº4



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2023ELTLPL01
---------------------	--------------

Data:	07/12/2023
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho relativamente a revisão teórica

2. PRESENCAS:

Supervisor	Mestre Anacleto João Albino, Eng.º
Co-Supervisor	
Estudante	Máico Ercélio Albino Ezequiel
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Leitura, correcção e discussão dos termos KNX

4. RECOMENDAÇÕES:

Investigar como efectuar citações correctamente

5. OBSERVAÇÕES	
-----------------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	12/12/2023
------------------------------------	------------

Tabela 6.5-34: Acta de encontro nº5



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2023ELTLPL01
---------------------	--------------

Data:	12/12/2023
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho as topologias KNX

2. PRESENCAS:

Supervisor	Mestre Anacleto João Albino, Eng.º
Co-Supervisor	
Estudante	Máico Ercélio Albino Ezequiel
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Redução de termos em Inglês, adequando mais as terminologias
--

4. RECOMENDAÇÕES:

Adequar os conteúdos a língua Portuguesa

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	13/12/2023
-----------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2023ELTLPL01
---------------------	--------------

Data:	13/12/2023
-------	------------

1. AGENDA:

Revisão da teoria sobre os equipamentos KNX

2. PRESENCAS:

Supervisor	Mestre Anacleto João Albino, Eng.º
Co-Supervisor	
Estudante	Máico Ercélio Albino Ezequiel
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Identificar, melhorar a descrição da matéria sobre os equipamentos KNX
--

4. RECOMENDAÇÕES:

Introduzir imagens de forma a ilucidar o que pretente ilustrar

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	15/12/2023
-----------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA: 2023ELTLPL01

Data: 15/12/2023

1. AGENDA:

Simulação de uma instalação através do programa Simulador KNX

2. PRESENCAS:

Supervisor	Mestre Anacleto João Albino, Eng.º
Co-Supervisor	
Estudante	Máico Ercélio Albino Ezequiel
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Simular os diversos equipamentos em uma instalação KNX

4. RECOMENDAÇÕES:

Melhorar a programação através do Programa ETS

5. OBSERVAÇÕES

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

18/12/2023



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA: 2023ELTLPL01

Data: 18/12/2023

1. AGENDA:

Analise do caso de estudo

2. PRESENCAS:

Supervisor	Mestre Anacleto João Albino, Eng.º
Co-Supervisor	
Estudante	Máico Ercélio Albino Ezequiel
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Correções do projecto em estudo

4. RECOMENDAÇÕES:

Melhorar a apresentação dos resultados através de cálculos
Introduzir desenhos nos anexos e esquemas

5. OBSERVAÇÕES

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

ANEXO 7. RELATÓRIO DE PROGRESSO

Tabela 7 - 38 : Relatório de Progresso



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Relatório de Progresso

REFERÊNCIA DO TEMA:	2023ELTLPL01
---------------------	--------------

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	15/05/2023	20	Melhorar a Justificativa	
	10/12/2023	100	Melhorar a Estrutura do Trabalho	
	13/12/2023	60	Clarificar os objectivos específicos	
2	14/12/2023	100	Avançar com Fundamentação Teórica	
	15/12/2023	30	Definir os conceitos inerentes ao Tema	
	16/12/2023	100	Fazer Estudo sobre domótica KNX	
3	17/12/2023	36	Pode avançar com parte prática	
	18/12/2023	80	Revisar os Cálculos sobre Estimativa	
	08/01/2024	100	Pode passar para os aspectos finais	
4	16/01/2024	50	Revisão de anexo	