



## Implementação de um sistema de domótica híbrido

**JOSÉ LUÍS BOTICÁRIO GINJO**

novembro de 2017

# IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE DOMÓTICA HÍBRIDO

José Luís Boticário Ginjo



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2017



Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Unidade Tese / Dissertação (TEDI), do 2º ano, de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: José Luís Boticário Ginjo, N° 1100438, 1100438@isep.ipp.pt

Orientação Científica: Eng. António Quadros Flores, aqf@isep.ipp.pt

Supervisão: Eng. Carlos Silva, carlos.silva@centralcasa.pt

Empresa: CentralCasa – Soluções de Domótica



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

21 de novembro de 2017



“Devagar e sempre pela do meio”

Por ti, para ti.



## *Agradecimentos*

Ao engenheiro António Quadros Flores, por toda a orientação e disponibilidade.

Ao Instituto Superior de Engenharia do Porto, que me deu toda a formação necessária para o desenvolvimento desta dissertação e me preparou para a minha carreira profissional.

Ao engenheiro Carlos Silva, por toda a supervisão prestada ao longo do trabalho desenvolvido durante o estágio e pela confiança depositada, permitindo assim a minha evolução profissional.

A toda a equipa da CentralCasa, CSide e PontoPR, agradeço a forma espantosa como fui recebido e acolhido, bem como todo o apoio dado. Um agradecimento especial ao Nuno Nunes, ao Daniel Gomes, ao João Gonçalves e à Susana Meireles por toda a disponibilidade, amizade e companheirismo proporcionado durante todo o meu estágio.

Quero deixar um agradecimento à minha família, que sempre me apoiou durante todo o meu percurso académico e nas minhas decisões.

Um agradecimento especial e emotivo aos meus falecidos avôs José e Lucinda, com quem tive o privilégio de aprender ao longo da minha vida, contribuindo para formar a pessoa que sou hoje.

À minha segunda família, os meus amigos, que sempre estiveram do meu lado prontos a ajudar e que partilharam momentos únicos e inesquecíveis ao longo de todo o meu percurso académico.

A todos, o meu mais sincero obrigado!



## *Resumo*

Neste documento descreve-se o projeto desenvolvido na unidade curricular de Tese e Dissertação durante o 2º ano do Mestrado de Engenharia Eletrotécnica e Computadores no ramo de Automação e Sistemas, no Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

A instalação de um sistema de automação numa residência ou num edifício vem adquirindo uma importância crescente numa sociedade moderna e evoluída. A automatização de tarefas, que até agora eram feitas de uma forma manual, proporciona uma melhor qualidade de vida aos utilizadores deste tipo de sistemas.

O conjunto de serviços prestados pelos equipamentos que automatizam essas tarefas é direccionado à gestão de quatro funções essenciais: o conforto, a eficiência energética, a segurança e as comunicações. É sobre os primeiros dois aspectos que esta dissertação se vai focar.

Num mundo onde as pessoas estão em constante movimento, é objectivo do sistema de domótica tornar a vida e o trabalho um pouco mais fáceis - fornecendo, por exemplo, uma interface intuitiva que forneça ao utilizador a autonomia de poder controlar todas as funções de gestão da sua habitação através do seu computador, *smartphone* ou qualquer outro dispositivo com acesso à Internet.

Nesta dissertação irão ser apresentadas diversas tecnologias que serviram de base para um sistema de domótica híbrido a implementar, com os protocolos EIB/KNX e Z-Wave, cuja função é monitorizar e controlar a iluminação e climatização de um escritório

### *Palavras-Chave*

Domótica, Automação doméstica, EIB/KNX, Z-Wave



## *Abstract*

This dissertation reports the project developed in the Thesis/Dissertation course during the 2nd year of the Master of Electrical and Computer Engineering in the field of Automation and Systems, Department of Electrical Engineering (DEE) of the Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

The installation of an automation system in house or a building has been assuming a major role in a modern and developed society. The automation of tasks, which used to be performed manually, offers a better quality of life to those who use this kind of systems.

The set of services performed by the equipments responsible for the automation of these tasks is directed towards four main functions: comfort, energetic efficiency, safety and communications. This dissertation will be focusing the first two aspects.

In a world in which people are absorbed in a constant movement, it is the aim of the home automation system to make life and work easier – allowing the possibility of an intuitive interface, for instance – which provides the user with the autonomy of controlling every single management function of his house by means of personal computer, smartphone or any other device connected to the internet.

This dissertation will focus the study of a wide range of technologies which will work as a basis for an hybrid home automation system with the use of EIB/KNX and Z-Wave protocols whose main function is to monitor and control the lighting and air conditioning systems of an office.

### *Keywords*

Domotics, Home automation, EIB/KNX, Z-Wave



# Índice

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO.....	2
1.2. EMPRESA.....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.4. CALENDARIZAÇÃO .....	4
1.5. ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....	4
<b>2. ESTADO DE ARTE.....</b>	<b>7</b>
2.1. DOMÓTICA .....	7
2.1.1. <i>História da Domótica</i> .....	8
2.1.2. <i>Aplicações e áreas de controlo</i> .....	9
2.1.3. <i>Sistemas de Domótica</i> .....	11
2.1.4. <i>Atualidade e Futuro da Domótica</i> .....	14
2.2. PROTOCOLOS DE DOMÓTICA .....	15
2.2.1. <i>Z-Wave</i> .....	16
2.2.2. <i>X10</i> .....	20
2.2.3. <i>ZigBee</i> .....	23
2.2.4. <i>EIB/KNX</i> .....	25
2.2.5. <i>Insteon</i> .....	29
2.2.6. <i>EnOcean</i> .....	31
2.2.7. <i>LonWorks</i> .....	32
2.2.8. <i>6LoWPAN</i> .....	33
2.3. ESTUDO DO MERCADO.....	35
2.3.1. <i>Controladores</i> .....	35
2.3.2. <i>Sensores</i> .....	41
2.3.3. <i>Atuadores</i> .....	48
2.3.4. <i>Interfaces</i> .....	56
<b>3. PROJETO DO SISTEMA .....</b>	<b>60</b>
3.1. LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO .....	60
3.2. REQUISITOS .....	62
3.3. ESCOLHA DO PROTOCOLO.....	63
3.4. ESCOLHA DE COMPONENTES .....	64
3.4.1. <i>Controlador</i> .....	64
3.4.2. <i>Alimentação e Comunicação KNX</i> .....	65
3.4.3. <i>Iluminação</i> .....	66
3.4.4. <i>Retentores Eletromagnéticos</i> .....	72
3.4.5. <i>Interface de Controlo</i> .....	73
3.4.6. <i>Climatização</i> .....	74
3.5. ORÇAMENTO .....	77
<b>4. IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA .....</b>	<b>79</b>
4.1. INSTALAÇÃO KNX.....	81
4.1.1. <i>Quadro Elétrico</i> .....	81
4.1.2. <i>Configuração</i> .....	84
4.2. INSTALAÇÃO Z-WAVE .....	94
4.2.1. <i>Controlador</i> .....	94
4.2.2. <i>Iluminação</i> .....	96
4.2.3. <i>Climatização</i> .....	102
4.3. CENÁRIOS E REGRAS .....	107

4.4.	CONTROLO DE VOZ .....	113
<b>5.</b>	<b>OUTRAS CONTRIBUIÇÕES .....</b>	<b>117</b>
5.1.	ATENDIMENTO AO CLIENTE.....	117
5.2.	SUPORTE TÉCNICO CHACON.....	118
5.3.	TESTES E REPARAÇÕES .....	119
5.4.	SOLUÇÕES DE DOMÓTICA.....	120
5.5.	FORMAÇÕES .....	120
5.6.	TRADUÇÃO DE MANUAIS .....	121
5.7.	PLATAFORMA EUROX10 .....	122
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>123</b>
6.1.	CONCLUSÕES GERAIS.....	123
6.2.	SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO.....	125
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>127</b>
	<b>ANEXO A. CALENDARIZAÇÃO.....</b>	<b>132</b>
	<b>ANEXO B. ENDEREÇAMENTOS DE GRUPO DO SISTEMA KNX.....</b>	<b>135</b>
	<b>ANEXO C. LISTA DE CÓDIGOS PARA O IR EXTENDER.....</b>	<b>143</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 – Logótipo da CentralCasa.....	2
Figura 2 – Sistema de domótica centralizado.....	12
Figura 3 – Sistema de domótica descentralizado.....	13
Figura 4 – Sistema de domótica distribuído.....	13
Figura 5 – Sistema de domótica híbrido ou misto.....	14
Figura 6 – Topologia de funcionamento de uma rede Z-Wave.....	18
Figura 7 – Comutadores de endereçamento dos dispositivos X10 [12].....	21
Figura 8 – Introdução de sinais X10 numa onda sinusoidal de 50 Hz. [12].....	22
Figura 9 – Topologias de rede do protocolo ZigBee [13].....	24
Figura 10 – Camadas de rede do protocolo ZigBee [14].....	25
Figura 11 – Exemplo de um sistema EIB/KNX. [15].....	26
Figura 12 – Topologias físicas base de uma solução KNX. [16].....	27
Figura 13 – Exemplo de comunicação de um sistema Insteon em dual-band [19].....	29
Figura 14 – Compensação de falhas numa rede Insteon em dual-band [20].....	30
Figura 15 – Representação do alcance de transmissão de um sistema Insteon [19].....	30
Figura 16 – Conceito básico de uma rede utilizando o protocolo LonWorks.....	33
Figura 17 – IPv6 e 6LoWPAN <i>framing</i> sobre o standard IEEE 802.15.4.....	34
Figura 18 – <i>Gateway</i> Home Center 2 da Fibaro [12].....	36
Figura 19 – <i>Gateway</i> Home Center Lite da Fibaro [12].....	36
Figura 20 – <i>Gateway</i> Vera Plus da Vera [12].....	37
Figura 21 – <i>Gateway</i> Vera Edge da Vera [12].....	38
Figura 22 – <i>Gateway</i> Zipabox da Zipato [26].....	39
Figura 23 – <i>Gateway</i> Zipatile da Zipato [27].....	39
Figura 24 – <i>Gateway</i> USB Z-Stick da Aeotec [12].....	40
Figura 25 – <i>Gateway</i> Hub II da Insteon [12].....	40
Figura 26 – <i>Gateway</i> HomeBox da DiO [28].....	41
Figura 27 – Sensores de movimento [12][29][30].....	42
Figura 28 – Sensores porta/janela [12][30].....	43
Figura 29 – Sensores de fumo [12][31].....	44
Figura 30 – Sensores de gás [12][32].....	44
Figura 31 – Sensores de temperatura [12].....	45
Figura 32 – Sensores de inundação [12][32][30].....	45
Figura 33 – Sensores binários [12][29].....	46
Figura 34 – Multisensores [12][29].....	47
Figura 35 – Medidores de energia [12][29].....	47
Figura 36 – Tomadas inteligentes [12][29].....	49
Figura 37 – Interruptores de domótica [12][31].....	50
Figura 38 – Termóstatos Z-Wave [12].....	51
Figura 39 – Colocação de um micromódulo [33].....	52
Figura 40 – Micromódulos Z-Wave [12].....	53
Figura 41 – Esquema de ligação do micromódulo On/Off de 1 saída da Zipato [35].....	53
Figura 42 – Esquema de ligação do micromódulo <i>dimmer</i> da Qubino [36].....	54
Figura 43 – Esquema de ligação de um micromódulo <i>dimmer</i> com <i>bypass</i> [37].....	55
Figura 44 – Esquema de ligação do micromódulo de estores da Fibaro [38].....	55
Figura 45 – Esquema de ligação do micromódulo RGBW da Fibaro [39].....	56
Figura 46 – Aplicação <i>web</i> e <i>mobile</i> do interface MyZipato.....	57
Figura 47 – Aplicação <i>web</i> e <i>mobile</i> do interface FibaroHome.....	58
Figura 48 – Aplicação <i>web</i> e <i>mobile</i> do interface GetVera.....	59

Figura 49 – Planta do escritório da empresa dividido por zonas .....	61
Figura 50 – Planta do escritório com os equipamentos instalados .....	62
Figura 51 – Zipabox com módulo adaptador KNX.....	64
Figura 52 – Fonte de alimentação ZPS 160M, da Zennio [29].....	65
Figura 53 – Módulo de comunicação KNX IP Router 750 da Weinzierl [31] .....	66
Figura 54 – Distribuição da iluminação no local de implementação.....	67
Figura 55 – Redimensionamento da distribuição da iluminação no local de implementação.....	69
Figura 56 – Atuadores KNX para a iluminação [31].....	70
Figura 57 – Atuadores Z-Wave para a iluminação [12] .....	71
Figura 58 – Micromódulo Dimmer, da Qubino, para o placar “Welcome” [12].....	72
Figura 59 – Retentores eletromagnéticos das portas do local de implementação.....	72
Figura 60 – Atuador KNX para a retenção eletromagnética de portas.....	73
Figura 61 – Interface InZennio Z38 para controlo da iluminação [29] .....	74
Figura 62 – Dispositivos para controlo IR para a climatização [12] .....	75
Figura 63 – Redimensionamento da climatização .....	75
Figura 64 – Termóstato SRT-321 da Secure para controlo da temperatura [12].....	76
Figura 65 – Nomenclatura dos componentes a utilizar no sistema.....	80
Figura 66 – Esquema de montagem do sistema KNX instalado no QEG .....	82
Figura 67 – Esquema de montagem do sistema KNX instalado no QEP .....	84
Figura 68 – Endereços de grupo do sistema KNX .....	85
Figura 69 – Endereços de grupo do sistema KNX .....	86
Figura 70 – Configuração do Load Switch N512, da Siemens, na ferramenta ETS....	86
Figura 71 – Configuração do ACTinBOX MAX6, da Zennio, na ferramenta ETS ....	88
Figura 72 – Configuração do TXA206B, da Hager, na ferramenta ETS.....	89
Figura 73 – Configuração do InZennio Z38i, da Zennio, na ferramenta ETS.....	91
Figura 74 – Menus e botões configurados no InZennio Z38i.....	91
Figura 75 – Configuração do InZennio Z38, da Zennio, na ferramenta ETS .....	92
Figura 76 – Menus e botões configurados no InZennio Z38.....	92
Figura 77 – Configuração do KNX Serial BAOS 820/870 na ferramenta ETS .....	93
Figura 78 – <i>Wizard</i> de inclusão de um dispositivo no MyZipato .....	94
Figura 79 – Procedimento de inclusão/remoção de dispositivos no MyZipato .....	95
Figura 80 – Objetos relativos ao sistema KNX adicionados à Zipabox .....	96
Figura 81 – Exemplo de configuração de um dispositivo KNX no MyZipato.....	97
Figura 82 – Esquema de montagem do micromódulo Single Switch, da Zipato.....	98
Figura 83 – Esquema de montagem do interruptor On/Off Everlux, da Duwi.....	99
Figura 84 – Esquema de montagem do micromódulo Dimmer, da Qubino .....	100
Figura 85 – Dispositivos de controlo de iluminação no MyZipato .....	101
Figura 86 – Vista geral do IR <i>Extender</i> ZXT-120, da Zipato [41] .....	102
Figura 87 – Instalação de um IR <i>Extender</i> com um <i>blaster</i> de duas cabeças[41] .....	103
Figura 88 – Configuração física do termóstato SRT-321, da Secure [42].....	105
Figura 89 – Localização dos termóstatos SRT-321, da Secure .....	106
Figura 90 – Cenários desenvolvidos para o sistema, no MyZipato .....	107
Figura 91 – Regras desenvolvidas para o sistema, no MyZipato .....	109
Figura 92 – Regras 1 e 2 “ON/OFF Iluminação Entrada Diária”, no MyZipato .....	109
Figura 93 – Regra 3 “OFF Iluminação Diária Presença), no MyZipato.....	110
Figura 94 – Regra 4 “ON Luz Dia 9h”, no MyZipato .....	110
Figura 95 – Regra 5 “OFF Top Back Lights 13h”, no MyZipato.....	111
Figura 96 – Regras 6 e 7 “ON High Back/River Lights”, no MyZipato .....	111
Figura 97 – Regras 8 e 9 “OFF All Lights/Fim de semana”, no MyZipato.....	112
Figura 98 – Interface da aplicação móvel Reverb [43].....	114
Figura 99 – Definições da <i>skill</i> Zipato SmartHome para a Amazon Alexa.....	114
Figura 100 – Reconhecimento dos dispositivos do sistema pela <i>skill</i> Zipato SmartHome.....	115

## *Índice de Tabelas*

Tabela 1 – Frequências utilizadas pelo Z-Wave nas várias regiões do mundo (Janeiro 2017).....	17
Tabela 2 – Estudo do consumo elétrico da iluminação do local de implementação.....	67
Tabela 3 – Orçamento para implementação do sistema .....	77
Tabela 4 – Nomenclatura de dispositivos de legenda da Figura 65 .....	80
Tabela 5 – Parâmetros de configuração do micromódulo Single Switch, da Zipato....	98
Tabela 6 – Parâmetros de configuração do micromódulo Dimmer, da Qubino .....	100
Tabela 7 – Parâmetros de configuração do IR <i>Extender</i> para ACs da Airwell .....	104
Tabela 8 – Parâmetros de configuração do IR <i>Extender</i> para ACs da Daikin.....	104



## *Acrónimos*

AA	–	Acoplador de Área
AC	–	Ar Condicionado
AL	–	Acoplador de Linha
BCU	–	<i>Bus Coupling Unit</i>
CO	–	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	–	Dióxido de Carbono
DB	–	<i>Dual-band</i>
DEE	–	Departamento de Engenharia Eletrotécnica
DIN	–	<i>Deutsches Institut für Normung (German Institute for Standardization)</i>
EIBA	–	<i>European Instalation Bus Association</i>
ETS	–	<i>EIB Tool Software</i>
HSB	–	<i>Home System Bus</i>
HVAC	–	<i>Heating, Ventilation and Air Conditioner</i>
IEEE	–	<i>Institute of Eletrical and Eletronics Engineers</i>
IoT	–	<i>Internet of Things</i>
IP	–	<i>Internet Protocol</i>
IR	–	<i>Infrared</i>
ISEP	–	Instituto Superior de Engenharia do Porto
KNX	–	<i>Kennex</i>

LAN	–	<i>Local Area Network</i>
LCD	–	<i>Liquid Cristal Display</i>
LED	–	<i>Light-emitting Diode</i>
MAC	–	<i>Media Access Control</i>
MEEC	–	Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores
NC	–	<i>Normally Close</i>
NO	–	<i>Normally Open</i>
OSI	–	<i>Open System Interconnection</i>
OTA	–	<i>Over The Air</i>
PIR	–	<i>Passive Infrared Receiver</i>
PLC	–	<i>Power Line Communication</i>
P2P	–	<i>Peer-to-peer</i>
QEG	–	Quadro Elétrico Grande
QEP	–	Quadro Elétrico Pequeno
RF	–	<i>Radio Frequency</i>
RGB	–	<i>Red, Green, Blue</i>
RGBW	–	<i>Red, Green, Blue, White</i>
RMA	–	<i>Return Merchandise Authorization</i>
RP	–	Repetidores
SELV	–	<i>Safety Extra Low Voltage</i>
TEDI	–	Tese/Dissertação

UE	–	União Europeia
USB	–	<i>Universal Serial Bus</i>
UV	–	Ultravioleta
VAC	–	Corrente alternada
VDC	–	Corrente contínua
WPAN	–	<i>Wireless Personal Area Network</i>
ZC	–	<i>ZigBee Coordinator</i>
ZDO	–	<i>ZigBee Device Object</i>
ZED	–	<i>ZigBee End Device</i>
ZR	–	<i>ZigBee Router</i>



# 1. INTRODUÇÃO

A automação residencial é uma área que vem se expandindo ao longo dos últimos anos, embora tenha apresentado um ritmo crescente abaixo das expectativas originais. Este facto foi essencialmente causado pela dispersão do mercado em diferentes tecnologias comerciais incompatíveis entre si, bem como outros fatores que serão detalhados neste documento.

A automação residencial oferece vários benefícios, nomeadamente um aumento de conforto causado pela automação de diversas tarefas e atividades, aumento da segurança devido a sistemas de vigilância e melhor gerenciamento de energia, resultando em economias de energia.

Atualmente, existe um grupo diversificado de tecnologias (protocolos) no mercado. Algumas dessas tecnologias são proprietárias, desenvolvidas por alguns fabricantes com a intenção de desenvolver tecnologias com menor custo. Por outro lado, algumas tecnologias apareceram como movimentos de uniformização que são, atualmente, tecnologias mais maduras, com maior participação de mercado, sendo padrões internacionais.

O objetivo deste capítulo é dar a conhecer a vontade da realização de um estágio curricular, e conseqüente projeto, numa empresa como a CentralCasa. Serão

abordados alguns objetivos a atingir, a planificação de todas as tarefas desenvolvidas durante todo o tempo de estágio e, por fim, é descrita a forma como este documento se encontra estruturado.

## **1.1. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO**

O trabalho realizado, descrito ao longo do presente documento, insere-se no âmbito da unidade curricular de Tese/Dissertação (TEDI) do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Automação e Sistemas.

Foi proposta uma tese/dissertação na área da Domótica, uma área onde o autor tinha pouco conhecimento, no entanto bastante interessante e com bastante potencial para o futuro. O estágio foi proposto pela empresa CentralCasa, empresa que desenvolve tecnologia e serviços para as casas e edifícios do século XXI, como a domótica, segurança ou vigilância virtual através da Internet, e é uma ótima motivação para desenvolver um projeto nesse sentido. Ao trabalhar com equipamentos que, quando programados, formam um sistema de gestão centralizado onde tudo se consegue à distância de um toque, é impossível não sentir uma sensação de satisfação e uma sensação de que se está a apostar no futuro dos sistemas automatizados.

## **1.2. EMPRESA**

A CentralCasa começou por ser um projeto embrionário da PontoPR, empresa que opera no campo das novas tecnologias, no desenvolvimento de soluções de Internet, para *e-commerce*, *e-business* e gestão de *web services*. A PontoPR assumiu, desde a sua implementação, no ano de 1999, a intersecção de três grandes áreas: a Internet, o *e-marketing* e a domótica. O logótipo da empresa CentralCasa está representado na Figura 1.



Figura 1 – Logótipo da CentralCasa

A CentralCasa, ainda dentro da PontoPR, foi um projeto que conciliou os benefícios da Internet, nomeadamente a velocidade e comodidade de

comunicação que esta oferece, com as vantagens da automação doméstica, como a segurança e o conforto. O primeiro investimento da PontoPR na CentralCasa foi a presença na Internet, lançando o primeiro portal de domótica em Portugal, com plataforma de comércio eletrónico, em Setembro de 2002, o EuroX10.

Após apenas um ano de existência, a CentralCasa assumiu o papel de maior distribuidor de X10 (protocolo de domótica que irá ser descrito posteriormente) em Portugal, com uma quota de mercado acima dos 70%. Constantemente evoluindo, uma rede nacional de instaladores foi treinada providenciando assim uma rápida resposta em instalações e manutenções especializadas para todos os seus clientes.

Sempre empenhada em oferecer mais e melhores produtos para o mercado, CentralCasa criou um departamento de R & D, apoiado pela ADI - Agência de Inovação Portuguesa. CentralCasa é uma empresa certificada ISO 9001:2008.

Mesmo sendo o principal distribuidor de dispositivos X10, a CentralCasa sempre assumiu uma abordagem aberta para o mercado e para outros protocolos de automação residencial. Em 2003 tornou-se um “EIB partner” (atualmente KNX), um protocolo suportado por mais de 100 grandes empresas europeias elétricos (Siemens, ABB, Merten, Jung, Bosh, etc.)

Sempre em busca das melhores soluções, a CentralCasa desenvolveu um forte know-how nos protocolos em forte ascensão como o Z-Wave e Zigbee, sendo a primeira empresa a integrar domótica Z-Wave com uma oferta profissional com vários projetos residenciais, unidades comerciais e até mesmo instalações públicas. [1]

### **1.3. OBJETIVOS**

O desenvolvimento deste trabalho de dissertação, tem por objetivo o estudo e implementação de um sistema de domótica híbrido de forma a automatizar as instalações da empresa onde foi desenvolvido. Este sistema de domótica deverá controlar a iluminação e climatização das instalações através da utilização de mais do que um protocolo de domótica, cumprindo todos os objetivos propostos pela empresa.

O estudo desenvolvido, tem por foco perceber o estado da domótica no mercado e dos mais variados protocolos de forma a perceber a sua arquitetura, aplicabilidade e dimensionamento.

#### **1.4. CALENDARIZAÇÃO**

A calendarização do projeto desenvolvido neste estágio curricular foi planeado conforme na tabela presente no Anexo A. Nesta calendarização é possível observar o tempo dispendido em cada etapa na realização deste projeto. Como foi desenvolvido num ambiente empresarial, algumas alterações poderão ter ocorrido em relação ao planeamento efetuado, no entanto, todas as etapas foram concluídas com sucesso.

#### **1.5. ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

Esta secção apresenta a estrutura geral desta dissertação, que está dividida em seis capítulos.

No Capítulo 1 é apresentada uma breve contextualização ao trabalho proposto e à empresa onde se desenvolveu o estágio curricular, assim como aos objetivos do trabalho, a sua calendarização e a organização.

No Capítulo 2 é apresentado o estado de arte dos sistemas de domótica: a sua história, as suas aplicações, a forma como são estruturadas, os protocolos mais utilizados e o mercado deste tipo de sistemas.

No Capítulo 3 é projetado o sistema a implementar, apresentando o local de implementação, os requisitos propostos, as escolhas que definiram o tipo de sistema: protocolos e componentes; bem como um orçamento geral do sistema.

No Capítulo 4 é apresentada a implementação do sistema: utilização dos protocolos KNX e Z-Wave, os cenários desenvolvidos e o controlo do sistema através de comandos de voz.

No Capítulo 5 são feitos breves resumos das contribuições que foram dadas pelo autor à empresa onde desenvolveu este projeto.

No Capítulo 6 são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.





## 2. ESTADO DE ARTE

Neste capítulo é apresentada uma breve definição e história da automação doméstica, ou domótica, bem como as áreas em que é aplicada. Também é feito um estudo sobre os vários tipos de protocolos utilizados nesta área da automação e um estudo de mercado.

Baseados nestes estudos, serão identificados alguns pontos chave para justificar as escolhas efetuadas ao longo do desenvolvimento deste projeto

### 2.1. DOMÓTICA

A domótica, ou automação doméstica, está cada vez mais presente no dia-a-dia, sendo que é um avanço tecnológico a nível residencial que visa melhorar a qualidade de vida dos residentes, já que torna uma habitação convencional numa casa inteligente. O termo apareceu inicialmente nos dicionários franceses, em 1988, sendo que vem da junção das palavras “Domus” (em latim, casa) e “Robótica” e envolve o controlo e automação de quase tudo presente numa habitação, desde iluminação, aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC); segurança, vigilância, bem como outro tipo de eletrodomésticos.

Os sistemas modernos para habitações, ou sistemas domóticos, consistem, normalmente, em sensores e atuadores conectados a um controlador central, também denominado de “gateway”, permitindo ao utilizador controlar e monitorizar a sua habitação através de uma interface, sendo este num terminal de parede, numa aplicação mobile, num website e, por vezes, através de serviços *cloud* na internet.

No funcionamento automático, mais avançado e com mais inteligência, o sistema não só interpreta parâmetros, como reage às circunstâncias (informação que é transmitida pelos sensores). Por exemplo, detectar que um estore está aberto, avisando o utilizador, e que, através de um sensor de luminosidade, pode dar o comando ao controlador para fechar esse estore.

Por fim, a facilidade do controlo remoto e do acesso às funções vitais da casa, através da Internet, deixa de ser uma utopia para ser uma realidade dos nossos dias. [2]

Apesar da pertinente competição no mercado da domótica, existem protocolos *standard* de comunicação que são aceites a nível mundial, tais como os exemplos de X10, 6LoWPAN, Bluetooth LE ou ZigBee; e, também, alguns protocolos proprietários que não permitem ser integrados a outros protocolos, tais como os exemplos de Insteon, LonWorks, EIB/KNX ou EnOcean.

### **2.1.1. HISTÓRIA DA DOMÓTICA**

Apesar da automação doméstica (domótica) existir já há cerca de 40 anos, o conceito de domótica foi explorado intensivamente nos séculos XX e XXI.

A automação doméstica começou com o desenvolvimento de máquinas que diminuíam a mão-de-obra, como eletrodomésticos autónomos. Estes apareceram por volta do início do século XX com a introdução da distribuição de eletricidade, o que levou a introdução das máquinas de lavar (1904), aquecedores de água (1889), frigoríficos, máquinas de costura, máquinas de lavar loiça e secadores de roupa.

A primeira tecnologia de comunicação de domótica foi desenvolvida por uma empresa de nome Pico Electronics, em 1975. [3] Esta tecnologia foi a décima

tentativa da empresa se impor, após nove abordagens falhadas, no mercado da automação doméstica, sendo que a tecnologia ficou conhecida por X10. É um protocolo de comunicação para dispositivos elétricos, sendo que funciona por *powerline*, ou seja, utiliza o sistema de rede elétrica instalada na habitação para sinalizar e controlar esses dispositivos. Estes sinais consistem em pequenas transmissões de dados digitais por frequências rádio (RF) e cada um era composto por um código de Habitação e de Unidade. Depois de patentear o seu trabalho, foi questão de poucos anos para introduzir o primeiro produto no mercado, surgindo o protocolo X10 em 1978. Já por esta altura, produtos X10 eram uma mais valia, pois não era necessária a introdução de cabos, já que utilizava os cabos da rede elétrica. Ainda em 1978, estes produtos já incluíam uma consola de comandos com 16 canais, um módulo de lâmpada e um módulo transmissor, sendo que pouco tempo depois apareceram os primeiros interruptores de parede e temporizadores X10.

Em 1983, foi proposto, por Murata, Namekawa e Hamambe [4] um plano de uniformização para sistemas de automação doméstica, pois existiam muitas incompatibilidades entre os vários fabricantes que eram preponentes nestes sistemas, no Japão. Em 1984, depois de dois anos de trabalho, sete fabricantes chegaram a um acordo de uniformização. Propuseram um *Home System Bus* (HBS) que consistia em três bandas: banda-base, para controlar sinais; sub-banda, para sinais de dados de alta velocidade; e banda FM/TV, para informação visual. Em comparação ao protocolo X10, o HBS utilizava cabo coaxial que, segundo o HBS Study Group, teria um custo de instalação menor em relação aos outros protocolos.

### **2.1.2. APLICAÇÕES E ÁREAS DE CONTROLO**

A Domótica pode ser dividida em quatro grandes áreas: eficiência energética, segurança, conforto e comunicações. De seguida serão apontados os benefícios, as funções e as ações tomadas pela domótica, nas áreas em que foram divididas [5]:

#### Eficiência energética:

- Otimização do consumo energético;
- Ajuste automático da temperatura;
- Gestão da iluminação;
- Gestão da utilização de água;
- Controlo de eletrodomésticos e outro tipo de aparelhos eletrónicos;
- Redução dos consumos energéticos.

#### Segurança:

- Vigilância e deteção de intrusão;
- Simulação de presença;
- Deteção de situações de emergência;
- Monitorização de pessoas e bens através de videovigilância;
- Alarmes técnicos em situações de emergência ou anomalias;
- Envio de informações de alarme remotamente através das IoT;
- Corte automático de água, gás ou energia em caso de fuga;
- Acionar automaticamente os serviços de segurança.

#### Conforto:

- Aumento da autonomia da residência;
- Facilitar tarefas e automatizar procedimentos;
- Auxiliar de memória;
- Controlo e monitorização da residência remotamente;

- Entretenimento;
- Perfis personalizados de iluminação e climatização;
- Apoio a crianças, idosos ou com deficiências;
- Controlo e monitorização de portas e persianas;
- Abertura de portas/portões através do reconhecimento da pessoa;
- Sistemas de irrigação autónomos.

Comunicações:

- Eficiência na comunicação com o mundo exterior;
- Interligação da rede interna da habitação com a rede externa;
- Capacidade de controlo remoto de um dispositivo;
- Acesso à Internet de banda larga;
- Expansão das tecnologias *wireless*;
- Centralização do sistema de controlo.

### **2.1.3. SISTEMAS DE DOMÓTICA**

Um sistema domótico é baseado no uso de três tipos de componentes base: controladores, sensores e atuadores, sendo que todos os componentes estão interligados através de uma rede.

Os controladores são dispositivos que permitem a comunicação entre sensores e atuadores, recebendo e enviando informações. São também a origem da rede do sistema de domótica e permitem ao utilizador, através de um interface como um computador, tablet ou smartphone, controlar e monitorizar todo o sistema.

Os sensores são componentes eletrónicos ou mecânicos responsáveis por converter uma variável física (como por exemplo uma temperatura ou uma intensidade luminosa) num sinal elétrico capaz de ser adquirido pelo sistema.

Os atuadores são dispositivos capazes de atuar no ambiente, comandados por um sinal eléctrico (como por exemplo uma lâmpada ou um estore eléctrico). Estes componentes são aqueles que desencadeiam uma ação previamente configurada ou ordenada pelo utilizador.

A rede de controlo é implementada de modo a que exista uma comunicação entre todos os componentes do sistema, permitindo o acesso aos dados adquiridos pelos sensores e permitindo aos componentes de controlo enviar comandos para os atuadores. A interligação entre os componentes é feita recorrendo a uma rede que poderá ser com ou sem fios. Agindo juntos e seguindo um protocolo predefinido de comunicação, estes componentes comportam-se de uma forma inteligente, controlando automaticamente vários aspetos de uma habitação sem a necessidade de intervenção humana, tais como: temperatura, luminosidade e consumo energético.

A arquitetura dos sistemas de domótica pode-se subdividir em quatro tipos: centralizada, descentralizada, distribuída e híbrida (ou mista). [6]

Num sistema centralizado, representado na Figura 2, existe uma única central (controlador), à qual todos os dispositivos da instalação são conectados e serve tanto para receber informação proveniente dos sensores, como também para, após o processamento dessa informação, enviar os comandos e ajustes aos atuadores para que executem as operações.

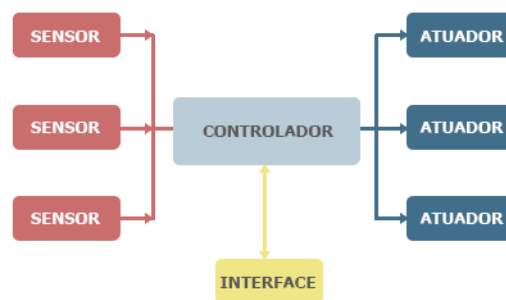


Figura 2 – Sistema de domótica centralizado

Num sistema com arquitetura descentralizada, representado na Figura 3, existem vários tipos de equipamentos com processamento inteligente próprio, cada um com função específica dentro das necessidades do sistema de automação,

interligados por uma rede, que comunicam entre si e enviam sinais entre sensores e atuadores.

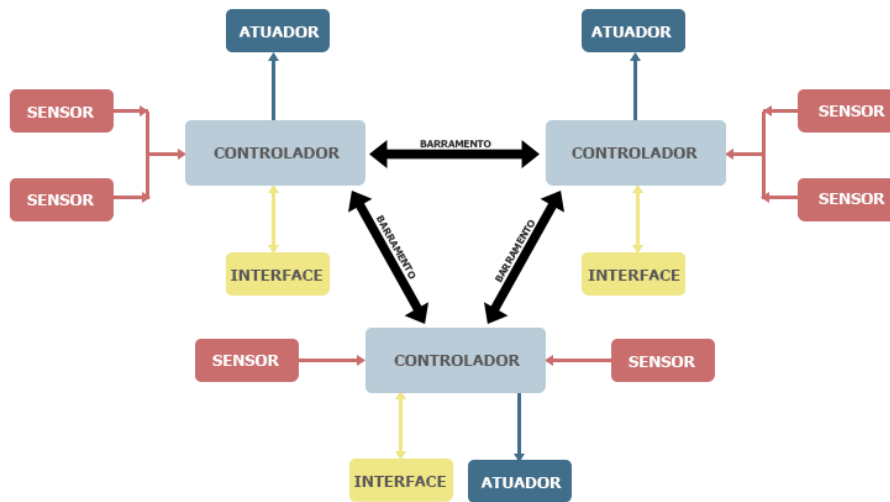


Figura 3 – Sistema de domótica descentralizado

Num sistema de domótica com arquitetura distribuída, representado na Figura 4, cada sensor e atuador atua como um controlador capaz de atuar e enviar informação ao sistema dependendo da informação recebida por outros dispositivos, ou seja, cada dispositivo dentro do sistema, seja sensor ou atuador, tem “inteligência” própria e pode controlar várias atividades.

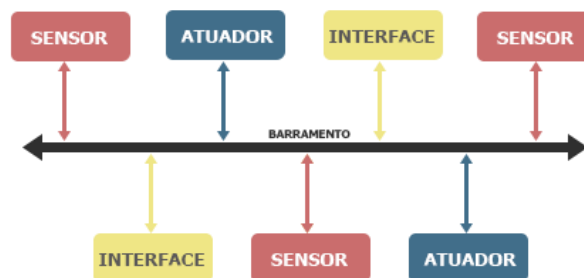


Figura 4 – Sistema de domótica distribuído

Por fim, um sistema com arquitetura híbrida (ou mista), representada na Figura 5, é a combinação entre todas as arquiteturas descritas anteriormente, podendo ter um controlador central e, ao mesmo tempo, vários dispositivos descentralizados que podem também trabalhar como controladores de algumas atividades e processar a informação que recebem para a transmitir a outros dispositivos sem a necessidade de passar pelo controlador principal.

Assim, um sistema de domótica com uma arquitetura híbrida permite a interligação de sistemas com diferentes arquiteturas, como por exemplo, um sistema centralizado e um sistema distribuído.

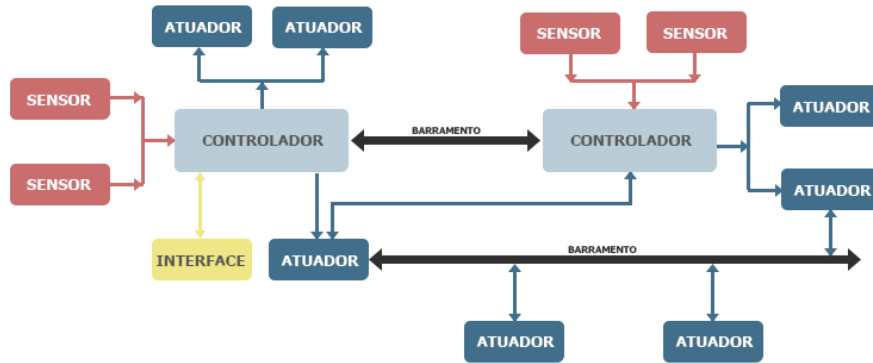


Figura 5 – Sistema de domótica híbrido ou misto

#### 2.1.4. ATUALIDADE E FUTURO DA DOMÓTICA

A domótica é um mercado em grande expansão, que já se encontra inserido em bastantes edifícios comerciais, indústrias e serviços, mas que ainda não é muito implementado em residências individuais. Este facto deve-se principalmente ao custo de uma instalação domótica, que pode ir dos 300€ para uma instalação simples até aos milhares de euros para uma instalação mais completa. O segundo fator que limita o crescimento da implementação da domótica é a existência de variados protocolos de comunicação que não são compatíveis, o que dificulta a sua evolução, pois todos os desenvolvimentos são feitos em produtos diferentes. Deste modo a escolha pela parte do cliente torna-se complicada e confusa, limitando o mercado.

A existência de um único *standard*, permitiria ao mercado da domótica a estabilidade necessária para que este prospere, pelo que no futuro deverá ser feita uma união de todos os standards existentes. O futuro da domótica passa sem dúvida pela implementação de sistemas sem fios, reduzindo os custos de cablagem e instalação e aumentando a portabilidade dos seus constituintes. A próxima década será, provavelmente, a década do crescimento generalizado da automação doméstica, bem como da adoção da Internet of Things (IoT), com novos aparelhos com capacidades “inteligentes” embutidas, novas residências

construídas já com sensores e iluminação capaz de se comunicar através da rede doméstica. Não vai demorar muito a aparecerem centenas de dispositivos nas habitações que comuniquem todos entre si e acessíveis através de comandos de voz através do Amazon Alexa ou Google Home, pelo *smartphone*, *tablet* ou computador. [7] [8]

## 2.2. PROTOCOLOS DE DOMÓTICA

Hoje em dia, são utilizados vários protocolos de comunicação para a monitorização e controlo de uma habitação, um exemplo desses protocolos é a utilização de Wi-Fi, fazendo com que a *Internet of Things* (IoT) seja um importante constituinte na área da automação doméstica, já que é possível fazer a monitorização e controlo através da Internet. Neste subcapítulo é feita uma comparação entre os vários tipos de protocolos, sejam eles proprietários ou abertos (*standard*), evidenciando as suas principais características.

- **Protocolos proprietários vs. Protocolos *standard***

Os protocolos utilizados na domótica podem-se subdividir em dois grupos: protocolos proprietários, ou fechados, e protocolos *standard*, ou abertos [9].

Os protocolos proprietários são específicos de uma marca/fabricante em particular e só são utilizados por essa mesma marca/fabricante, podendo ser variante de um outro protocolo. Desta forma, estes protocolos são fechados de forma a que apenas os próprios fabricantes possam melhorar e desenvolver dispositivos que comuniquem através deste protocolo, fazendo também que os direitos do fabricante fiquem protegidos. No entanto, o grande problema deste tipo de protocolos de domótica é o facto de terem um desenvolvimento e uma evolução mais lenta em relação aos protocolos abertos, perdendo alguma força para os mesmos, no mercado. Além deste problema, o tempo de vida de um sistema domótico que utilize um protocolo proprietário é menor, visto dependerem diretamente da marca/fabricante, pois se por algum motivo o fabricante falir ou deixar de produzir, os produtos e sistemas domóticos que seguem estes protocolos acabam por deixar de ter suporte.

Os protocolos proprietários mais conhecidos são: Z-Wave, EIB/KNX, Insteon, DiO, EnOcean.

Como o próprio nome indica, os protocolos *standard*, são protocolos definidos por várias entidades, grupos ou fabricantes de forma a unificar os critérios de produção de dispositivos e sistemas domóticos, sendo abertos de forma a que mais fabricantes possam entrar no mercado da domótica, seguindo os critérios definidos pelo protocolo de comunicação. Desde o início da utilização da domótica que existe uma vontade constante de estabelecer *standards* de fabrico pelas entidades fabricantes deste tipo de produtos. Ao contrário dos protocolos proprietários, caso o fabricante de um determinado produto deixe de produzir, existem várias opções equivalentes provenientes de outros fabricantes, desde que sigam o mesmo protocolo.

Os protocolos standard mais conhecidos são: X10, LonWorks, ZigBee, 6LoWPAN, Bluetooth LE.

### **2.2.1. Z-WAVE**

O Z-Wave é um protocolo wireless de baixo consumo especialmente desenhado para ser utilizado em automação doméstica. A Zensys, empresa dinamarquesa, foi quem desenvolveu este protocolo, em 2001, e, hoje em dia, é considerada uma das tendências para sistemas de automação residencial. Em 2008, a Z-Wave foi adquirida pela Sigma Designs e continua. É uma tecnologia prioritária, ou seja, não é possível tirar o máximo proveito deste protocolo sem ter acesso completo à sua documentação, no entanto, está disponível para ser utilizada por clientes da Zensys ou Sigma Designs. O Z-Wave é, neste momento o líder do mercado mundial em controlo *wireless*, com mais de 70 milhões de produtos vendidos em todo o mundo. [10]

O princípio de funcionamento do Z-Wave passa por uma rede *mesh* e utiliza frequências RF, que operam numa largura de banda estreita de forma a enviar comandos de controlo e, potencialmente, dados secundários (informações de tempo, entre outros). As frequências de funcionamento mudam conforme a área, tal como se pode verificar na Tabela 1.

Tabela 1 – Frequências utilizadas pelo Z-Wave nas várias regiões do mundo (Janeiro 2017)

Frequência em Mhz	Área de funcionamento
921.4; 919.8	Austrália, Nova Zelândia
921.4	Brasil
868.42; 869.85	Países do CEPT (Europa e outros países na região)
919.8; 921.4	Chile, El Salvador, Perú
868.4	China, Singapura, África do Sul, Malásia
919.8	Hong Kong
865.2	Índia
915 - 917	Israel
922 - 926	Japão, Taiwan
869	Rússia
919 - 923	Coreia do Sul
908.4; 916	EUA, Argentina, Guatemala, Bahamas, Jamaica, Barbados, México, Bermudas, Nicarágua, Bolívia, Panamá, Ilhas Virgens Britânicas, Suriname, Ilhas Caimão, Trinidad & Tobago, Colômbia, Ilhas Turcas e Caicos, Equador, Uruguai

Desta forma, as comunicações Z-Wave não sofrem qualquer interferência com outro dispositivo baseado no *standard wireless* IEEE 802.11. Esta comunicação tem taxas de dados que variam entre os 9.6 kbits/s e os 40 kbits/s, no entanto, os *chips* da série Z-Wave 400 suportam uma largura de banda na ordem dos 2.4 Ghz e tem taxas de dados que atingem até 200 kbits/s. O alcance dos dispositivos Z-Wave é de 30 metros, em condições ideais, ou seja, sem obstáculos, pelo que com um número maior de obstáculos, o alcance pode diminuir.

Devido ao baixo custo para embutir um módulo Z-Wave em produtos eletrônicos, existem vários fabricantes a tentar desenvolver novos produtos controlados por Z-Wave, tais como comandos de controlo remoto, alarmes de fumo, sensores, termóstatos, interruptores de parede, sensores de parede, fechaduras elétricas, entre outros.

Tal como mencionado anteriormente, o protocolo Z-Wave funciona como uma rede *mesh*, podendo conter até 232 nós (número máximo de dispositivos Z-Wave) que podem comunicar entre si, replicando o sinal, sendo que existem dois tipos de nós: *masters* e *slaves*. Normalmente, a existência de um controlador (*master*) é necessária para controlar os restantes dispositivos (*slaves*), sendo que eles comunicam entre si, mesmo que o controlador não “veja” o dispositivo, podendo haver até 4 retransmissões de mensagem entre os dispositivos. Esta topologia de rede pode-se verificar na Figura 6.

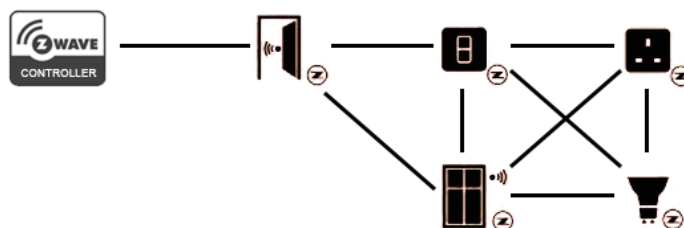


Figura 6 – Topologia de funcionamento de uma rede Z-Wave

O controlador tenta sempre aceder ao nó diretamente, mas se isso não for possível, então vai tentar determinar a sua posição na rede. Para isso, o controlador vai “perguntando” aos nós pela inclusão dos dispositivos e quando estes são encontrados, são adicionados à rede. Os controladores podem-se subdividir em primários e secundários, sendo que os secundários são controlados pelos primários, havendo até dispositivos que dão a opção de escolha para as duas funcionalidades.

Tal como qualquer protocolo, o Z-Wave tem as suas vantagens e desvantagens. Uma grande vantagem deste protocolo é, por exemplo, o facto de existirem mais de 4 mil milhões de códigos de segurança encriptados no Z-Wave, evita a possibilidade de clonagem, garantindo mais segurança. O Z-Wave garante robustez e confiabilidade por ser de dupla-via (“2-way”), sendo que consegue enviar e receber informações para/de outros dispositivos e podem ser monitorizados remotamente em qualquer parte do mundo com conexão à internet. Uma outra vantagem do protocolo Z-Wave é a permissão ao utilizador para criar cenários personalizados para o bem-estar, desde um controlo de iluminação a controlos de HVACs (*Heating, Ventilation and Air Conditioner*) conforme a temperatura ambiente, até alarmes virtuais para, por exemplo, intrusão. A economização da energia da habitação também é uma grande vantagem, pois é possível regular a intensidade luminosa das lâmpadas e ligá-las só quando necessário, aumentando assim o seu tempo de vida. Ao contrário de muitos outros protocolos, o Z-Wave permite que se utilize a infraestrutura já existente, não sendo necessário acrescentar nada a não ser os dispositivos em si. A instalação destes dispositivos é relativamente simples e rápida, sendo que vem acompanhada por manuais de instruções bem explícitos e, por vezes, basta

substituir um dispositivo convencional, como um interruptor, por um com comunicação Z-Wave, sem perder as suas características.

Apesar de ter muitas vantagens e ser uma solução interessante principalmente para infraestruturas já construídas, a tecnologia Z-Wave tem uma baixa transmissão de dados, o que inviabiliza a transmissão de imagem, som e outros dados. Quando se pretende uma solução Z-Wave com mais de 30 dispositivos, são necessárias licenças extra, fazendo com que a instalação fique mais cara que uma solução que utilize grande parte dos outros protocolos já existentes. O alcance entre os dispositivos Z-Wave é pequeno e é possível ter problemas de redução de alcance devido a possível existência de obstáculos na infraestrutura, exigindo, por vezes, o uso de repetidores.

Para o corrente desenvolvimento e extensão do Z-Wave como uma tecnologia-chave para a automação doméstica, tanto em residências como em empresas e indústrias, foi estabelecida, em 2005, a Z-Wave Alliance. [10] Esta aliança é composta pelos líderes da indústria, em todo o mundo, consistindo em cerca de 450 membros e mais de 1700 produtos certificados que funcionam entre si. [7] Desta forma, o fabrico de dispositivos Z-Wave acaba por ser estandardizado por esta aliança, fabricando os dispositivos de forma mais uniforme para que possam comunicar entre si. Estes dispositivos trabalham entre si através de uma rigorosa aplicação da certificação Z-Wave realizados em laboratórios de testes independentes e supervisionados pela Z-Wave Alliance.

O Z-Wave Plus é um novo programa de certificação projetado para ajudar os consumidores a identificar produtos que aproveitam a plataforma de hardware "Next Gen" Z-Wave, recentemente conhecida como Serie 500 ou Z-Wave de 5ª geração. As soluções certificadas do Z-Wave Plus possuem um conjunto selecionado de recursos e recursos estendidos que aprimoram a experiência do usuário final e tornam as instalações da Z-Wave ainda mais rápidas e fáceis de instalar e configurar.

A Z-Wave liderou o mercado de dispositivos inteligentes interoperáveis para residências desde que o primeiro produto Z-Wave foi certificado em 2004. Com a introdução das plataformas de hardware Next-Gen, Z-Wave Serie 500, a Z-

Wave viu o seu ecossistema reforçado com novas capacidades, incluindo aumento de alcance, tempo de vida prolongado da bateria, atualizações Over The Air (OTA), canais de RF adicionais e muito mais - todos totalmente compatíveis com os produtos Z-Wave já existentes. Para os consumidores, proprietários, integradores e prestadores de serviços, esses aprimoramentos oferecem enormes benefícios em termos de instalações mais curtas e mais fáceis, perfis de dispositivos mais ricos e maior duração da bateria. [11]

O Z-Wave Plus é, claramente uma evolução do Z-Wave, sendo que vem com características melhoradas em relação ao mais antigo, Z-Wave. Além do Z-Wave Plus vir com o *chip* Z-Wave Serie 500 embutido, ao contrário do Z-Wave Serie 400 que vinha nos dispositivos antigos, esta nova tecnologia apresenta novas qualidades que são vantajosas em relação ao Z-Wave [11]:

- Tempo de vida da bateria aumentado em 50%;
- Alcance aumentado em 67%;
- Aumento em 250% da largura de banda;
- Três canais RF para melhor imunidade sonora e maior largura de banda;
- Nova característica “Plug’N’Play” para inclusão automática na rede;
- Método standard para atualizações de *firmware* OTA.

### **2.2.2. X10**

O X10 é um protocolo de comunicação entre dispositivos eletrônicos utilizados em automação doméstica (domótica) que utiliza a linha de distribuição interna de energia elétrica (*power line communication*, ou PLC) para sinalização e controlo, onde o sinal envolve breves picos de frequência rádio representando informações digitais. O X10 também pode ser utilizado como protocolo para rede *wireless*.

Foi desenvolvido em 1975 pela Pico Electronics em Glenrothes, na Escócia, de forma a se poder controlar remotamente dispositivos e aparelhos domésticos. Foi

a primeira tecnologia a ser utilizada em redes de domótica e é, hoje em dia, das mais utilizadas, apesar de existirem algumas alternativas ao X10.

O protocolo X10 em si, não é proprietário, ou seja, qualquer fabricante pode produzir dispositivos X10 e oferecê-los ao público a um preço reduzido. Graças, principalmente, ao seu preço, os produtos X10 são líderes no mercado residencial Norte-Americano com as instalações a serem realizadas por técnicos de eletrônica sem conhecimentos de automação ou informática ou até pelos próprios utilizadores, sendo um dos maiores veículos para a distribuição destes produtos as grandes superfícies e os armazéns de bricolage.

Existem três tipos de dispositivos X10: os que só podem transmitir ordens, os que só as podem receber e os que as podem receber e enviar. Os transmissores podem direcionar até 256 recetores. Os recetores vêm dotados de dois pequenos comutadores giratórios, um com 16 letras e o outro com 16 números, que permitem identificar uma direção das 256 possíveis. Estes comutadores giratórios que identificam o dispositivo, podem-se visualizar na Figura 7.



Figura 7 – Comutadores de endereçamento dos dispositivos X10 [12]

Numa mesma instalação pode haver vários recetores configurados com a mesma direção, todos realizam a função pré-designada, desde que um transmissor envie um telegrama com esta direção. Evidentemente qualquer recetor pode receber ordens de diferentes transmissores. Os dispositivos bidirecionais, têm a capacidade de responder e confirmar a realização correta de uma ordem, a qual pode ser muito útil quando o sistema X10 estiver ligado a um programa de visualização que mostre os estados em que se encontra a instalação.

O protocolo X10 utiliza uma modulação muito simples quando comparado com as que são usadas noutros protocolos de controlo por correntes portadoras. O Transmissor/Recetor do X10 está dependente do ciclo da onda sinusoidal de 50

Hz para introduzir, um instante depois desta cruzar o zero, um sinal numa frequência fixa. Esta introdução de sinais X10 em ondas sinusoidais podem-se visualizar na Figura 8.

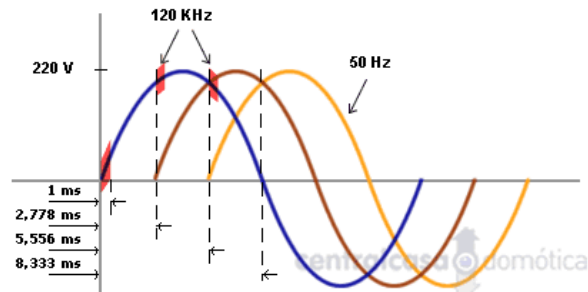


Figura 8 – Introdução de sinais X10 numa onda sinusoidal de 50 Hz. [12]

Pode introduzir-se este sinal nos ciclos positivo ou negativo da onda sinusoidal. A codificação de um bit “1” ou de um bit “0”, depende de como este sinal é emitido nos semi-ciclos. O “1” binário é representado por um impulso de 120 kHz durante um milissegundo e o “0” binário é representado pela ausência desse impulso de 120 kHz.

Num sistema trifásico, o impulso de um milissegundo é transmitido três vezes para que coincida com a passagem pelo zero das três fases. Como tal, o tempo de um bit coincide com os 20 milissegundos que dura o ciclo do sinal, de forma que a velocidade binária de 50 bits/s é imposta pela frequência da rede elétrica que temos na Europa. A transmissão completa de um telegrama X10 necessita de onze ciclos de corrente. A trama divide-se em três campos de informação:

1. dois ciclos representam o Código de Início;
2. quatro ciclos representam o Código de Casa (letras de A-Z);
3. cinco ciclos representam o Código Numérico (1-16) ou o Código de Função (acender a luz, apagar a luz, variar a luz, etc...).

Para aumentar a fiabilidade do sistema, esta trama é transmitida sempre duas vezes, separadas por três ciclos completos de corrente. Há uma exceção, nas funções de variação de intensidade é transmitido de forma contínua, pelo menos duas vezes, sem separação entre tramas [2].

Para além de ser pouco robusta, esta tecnologia está sujeita a grandes perdas devido a interferências. E embora nos Estados Unidos da América estes equipamentos sejam facilmente adquiridos, em Portugal não existe uma tão grande variedade de distribuidores oficiais dos produtos X10, sendo que a própria plataforma da CentralCasa, EuroX10, está já a partir para outros protocolos mais viáveis, como Z-Wave ou Insteon. Deste modo, perde-se a facilidade de aquisição do produto como a que existe no continente americano, onde o mercado do X10 ainda está muito forte.

### **2.2.3. ZIGBEE**

O ZigBee, desenvolvido em 2004, é um protocolo aberto de automação doméstica sem fios baseado na norma IEEE 802.15.4 e foi desenvolvido para controlo de redes sensoriais sem fios (WPANs). O conceito de ZigBee designa um conjunto de especificações para a comunicação sem-fio entre dispositivos eletrónicos, com ênfase na baixa potência de operação, na baixa taxa de transmissão de dados e no baixo custo de implementação. Este conjunto de especificações define camadas do modelo OSI (*Open System Interconnection*), estabelecidas pela norma IEEE 802.15.4. Este protocolo foi desenvolvido pela ZigBee Alliance, um grupo que consiste em centenas de fabricantes que ajudam na manutenção do protocolo e no desenvolvimento de produtos ZigBee.

O principal foco deste protocolo reside na possibilidade de desenvolver soluções de automação doméstica rentáveis, de baixo consumo, independentes e seguros, sendo que estas soluções podem ter vários tipos de tipologias. Esta tecnologia foi pensada para interligar unidades de recolha e controlo de dados recorrendo a sinais RF não licenciados, sendo também comparável às redes Wi-Fi e Bluetooth, diferenciando-se pelo menor consumo em relação ao alcance reduzido (cerca de 100 metros) e a comunicação entre duas unidades pode ser repetida sucessivamente pelas unidades existentes na rede (*mesh*). Assim, uma malha de unidades ZigBee pode comunicar com todos os nós existentes numa rede doméstica ou industrial sem a necessidade de utilizar ligações elétricas entre elas. Estas redes em malha oferecem uma alta confiabilidade e alcance mais amplo e, hoje em dia, já existem módulos ZigBee com taxas de 250 kbits/s com um alcance de até 70 metros e até módulos que comunicam com

microcontroladores, com o computador (via USART e interface max-232) e câmaras ZigBee.

Na redes ZigBee existem três tipos de dispositivos: o coordenador (ZC), o router (ZR) e o dispositivo final (ZED). O coordenador ZigBee é o dispositivo mais completo, fazendo de raiz da árvore da rede, podendo apenas existir um por rede, uma vez que é o dispositivo que dá origem a essa mesma rede e é capaz de armazenar todas as informações sobre a rede. O *router* ZigBee, para além de executar funções definidas pelo utilizador, também pode fazer de retransmissor de informação de e para outros dispositivos. O dispositivo final ZigBee, só tem permissão para falar com o “nó pai”, sendo que este é um coordenador ou *router*, e não pode transmitir dados de outros dispositivos. Este tipo de redes podem-se dividir em três tipologias diferentes, nomeadamente, em estrela, em árvore ou, a mais robusta, em *mesh*, podendo conter 65543 nós com as mais variadas configurações. Estas tipologias podem-se visualizar na Figura 9.

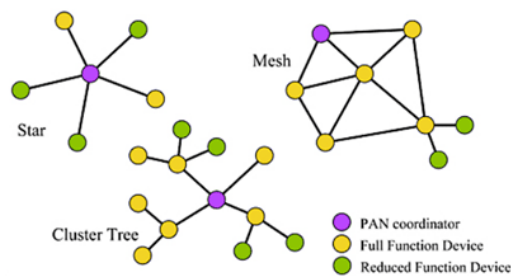


Figura 9 – Topologias de rede do protocolo ZigBee [13]

O ZigBee baseia-se na camada física e controlo de acessos médio definido no padrão IEEE 802.15.4 para a baixa taxa nas WPANs. A especificação passa a completar o esse padrão, adicionando quatro componentes principais: camada de rede, camada de aplicação, objetos de dispositivos ZigBee (ZDOs) e objetos de aplicação definidos pelo fabricante, que permitem a personalização e integração total do dispositivo. Além de adicionar duas camadas de alto nível de rede para a estrutura básica, a melhoria mais significativa é a introdução de ZDOs, pois são responsáveis por uma série de tarefas, que incluem manutenção das funções dos dispositivos, gestão de pedidos para se juntar a uma rede, a descoberta de dispositivos e segurança. As camadas de rede da especificação ZigBee está representada na Figura 10.

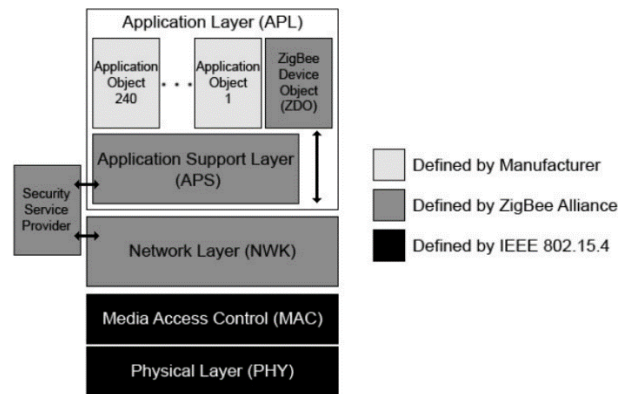


Figura 10 – Camadas de rede do protocolo ZigBee [14]

#### 2.2.4. EIB/KNX

O sistema EIB/KNX foi desenhado de forma a poder ser instalado tanto em edifícios de grandes dimensões, como edifícios de escritórios, escolas, hospitais e fábricas, como em residências ou edifícios de habitação. A sua finalidade é monitorizar e controlar sistemas de iluminação, aquecimento, ventilação, ar condicionado, balanceamento de carga ou sistemas de vigilância.

O KNX, ou *Kennex*, nasceu do desenvolvimento e da vontade de tornar *standard* as especificações de comunicação do antigo protocolo EIB (*European Instalation Bus*), protocolo concebido pela EIBA (*European Instalation Bus Association*) e inicialmente pensado como um sistema de gestão de instalações elétricas de edifícios. Este protocolo resultou da mistura de mais de 15 anos de experiência dos antecessores deste protocolo (EIB, EHS e BATIBUS) e da união de empresas ligadas ao fabrico de materiais elétricos e eletrónicos e de eletrodomésticos. KNX é um protocolo que permite ser utilizado em qualquer tipo de sistema: desde a pequena habitação a grandes condomínios. Este protocolo devido ao seu grande desenvolvimento permite a monitorização e controlo de sistemas de videovigilância, consumos de energia, sistemas de iluminação, ar condicionado, contagem, controlo de áudio/vídeo, aquecimento, ventilação e regularização automática de persianas. Todas estas funções podem ser controladas, vigiadas e sinalizadas através dum sistema único sem necessidade de centrais de controlo extra. Todos os componentes do sistema são ligados à rede KNX e as ligações podem ser feitas por cabo entrançado, infravermelhos, radiofrequência, rede elétrica ou IP/Ethernet. É através destas

ligações que os dispositivos da rede trocam ou fornecem informações. Os dispositivos ligados através de meios físicos como o par trançado entre outros, retiram a energia para funcionar através do barramento e os dispositivos sem ligação física têm fontes de alimentação adicionais. Na Figura 11 está representado um exemplo de um sistema KNX que se caracteriza pela utilização de sensores e atuadores. [15]

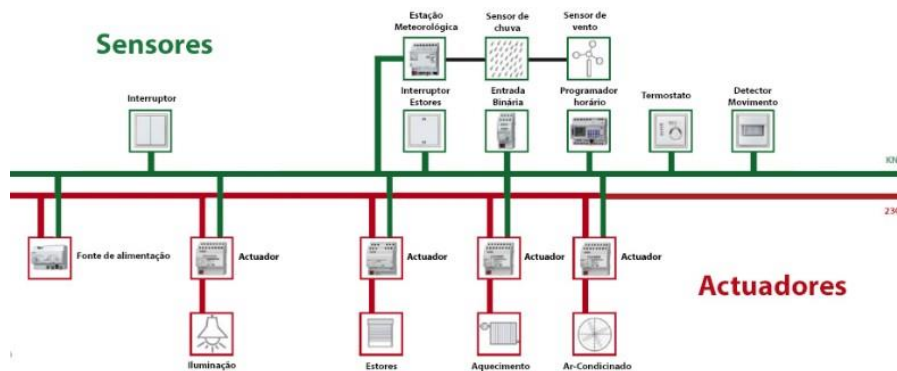


Figura 11 – Exemplo de um sistema EIB/KNX. [15]

O KNX é definido como uma rede totalmente distribuída, pois não necessita de um controlador central na instalação visto todos os dispositivos possuírem o seu próprio microprocessador (BCU) e a implementação do protocolo de comunicação KNX de acesso ao meio. Quando ligados a um barramento de comunicação de dados funcionam como recetores e emissores, dispensando assim um controlador central. Como já referido anteriormente, o KNX suporta diferentes meios físicos de comunicação: o par trançado, a rede elétrica (*powerline*), os infravermelhos e rádio frequências. O KNX não possui uma topologia física definida para sua implementação. Num sistema KNX pode existir uma mistura das topologias físicas ou só uma das topologias. As topologias físicas base: em estrela, em anel, linear e em árvore. Existe ainda a possibilidade de as combinar numa topologia mista. Estas topologias são constituídas por vários dispositivos e secções definidas pelos diferentes cabos individuais que podem ser tão longos quanto o permitido pelos requisitos elétricos. A Figura 12 é uma representação das diferentes topologias físicas base de uma solução KNX, mas muitas mais se podem desenvolver através destas.

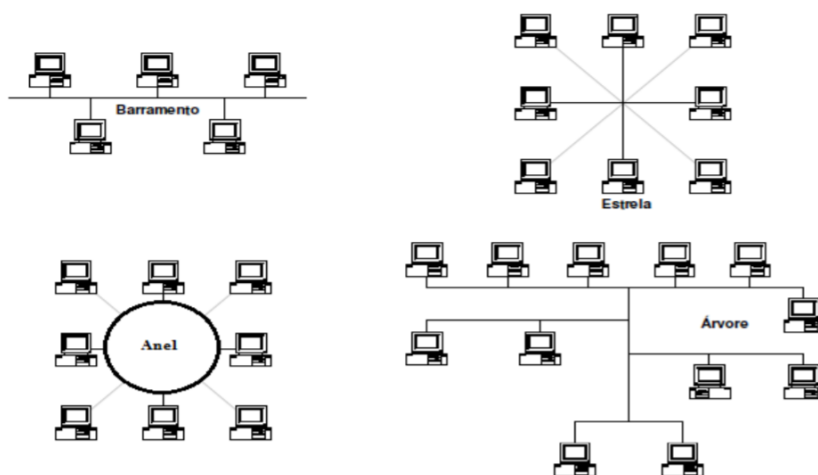


Figura 12 – Topologias físicas base de uma solução KNX. [16]

Em cada segmento de uma rede KNX podem ser conectados até um máximo de 64 dispositivos, em que dois quaisquer segmentos podem ser conectados com a utilização de um repetidor, passando a ser designados de linhas. Uma linha pode conter um máximo de quatro segmentos interligados por repetidores, ficando assim com uma capacidade de até 255 dispositivos. À linha de *bus* principal é permitido conectar um máximo de 15 linhas secundárias utilizando os acopladores de linha, que são componentes que têm como objetivo ligar áreas, linhas e funcionar como repetidores. O uso de mais que um segmento só será aceitável para o aumento de capacidade de instalação do sistema. Quando o edifício a instalar está separado por pisos e ou dá mais jeito dividir em subsistemas o sistema será dividido por áreas. Uma área pode possuir até um máximo de 15 linhas e um sistema poderá ter até 15 áreas o que dá um máximo de 225 linhas por sistema. As diferentes áreas têm de ser ligadas à linha principal através de um acoplador de área (AA). Cada linha deve ter a sua própria fonte de alimentação, possuir até 6 controladores de linha em cada caminho de transmissão. Controladores esses que podem ser, por exemplo, acopladores de linha (AL), acopladores de área (AA) e repetidores (RP). Os repetidores de linhas não podem ser utilizados em linhas de área e linhas principais. É possível utilizar dispositivos nas linhas de área e principal. Contudo, o número de dispositivos que podemos utilizar decresce com os acopladores de área usados. Se não se recorrer a repetidores pode-se conseguir a instalação de até 15.153 dispositivos, se forem utilizados repetidores pode-se atingir os 61 233 dispositivos. [16]

O KNX tem um grande trunfo, que é a possibilidade de construir a mesma solução sob diferentes tipos de meios. Existem, de momento, cinco meios possíveis onde este protocolo pode funcionar: par entrelaçado, rede elétrica, radiofrequência e infravermelhos; e Ethernet. [17]

- **Par entrelaçado:** Os dados são transmitidos simetricamente através de par entrançado e a transmissão de sinais é feita por meio da diferença de tensão entre os dois condutores do cabo.
- **Rede elétrica:** Utiliza a rede elétrica como meio de comunicação, tal como acontece no protocolo X10, permitindo a utilização da rede elétrica já instalada, contudo este meio físico apresenta algumas interferências na comunicação e as taxas de transmissão são baixas.
- **Radiofrequência e Infravermelhos:** Utilização do ar (OTA) como meio de comunicação. A radiofrequência transmite tramas em sinais de rádio na banda de frequência de 868 Mhz. A utilização de infravermelhos como meio de comunicação acontece, principalmente, no controlo de dispositivos KNX por controlo remoto. Como a este meio físico ser aberto, os endereços dos dispositivos KNX são maiores que o habitual, por questões de segurança.
- **Ethernet:** Este meio físico é uma possibilidade de utilização sob o protocolo IP e é utilizado em paralelo com outro meio físico. O EIB/KNX referencia uma norma, KNXnet/IP, que define um servidor que funciona como *gateway* e que interliga a rede KNX a uma rede IP.

Uma das grandes vantagens do KNX é possibilitar a construção de um sistema modular, em qualquer altura do desenvolvimento do sistema ou até depois de implementado haverá a possibilidade de acrescentar mais dispositivos e funções ao sistema, pois é reconfigurável. Esta vantagem advém de ser um sistema descentralizado e em que os dispositivos comunicam entre si, uma vez que podem ser recetores e emissores sem necessidade de hierarquia e/ou supervisão da rede. Têm apenas de comunicar entre si através de telegramas segundo o formato definido pelo protocolo. Este tipo de sistema é normalmente controlado por um computador comum, passando assim a ter uma arquitetura centralizada

e podendo ser controlado por outro qualquer sistema com acesso à Internet. O intuito do desenvolvimento deste protocolo foi aumentar a flexibilidade e as capacidades dos sistemas com um custo reduzido, no entanto, o KNX não é a norma que apresenta preços muito baixos, existindo protocolos muito mais rentáveis. Além do preço, uma desvantagem deste protocolo é o elevado preço do software ETS que, para uma grande instalação, além de ter grande complexidade, necessita de licenças adicionais de preço muito elevado. [18]

### 2.2.5. INSTEON

O Insteon é uma tecnologia para automação doméstica desenvolvida pela SmartLabs para fazer frente ao X10. Foi concebido de tal modo que permite que os dispositivos, sensores ou interruptores possam ser utilizados em conjunto utilizando a rede elétrica (PLC) e/ou em radio frequência, sendo a única tecnologia que se comunica através de ambos os meios físicos de comunicação. É possível utilizar soluções só com RF ou só com PLC, no entanto, podem ser utilizadas as duas ao mesmo tempo (dual-band), evitando as possíveis falhas que ambos os meios de comunicação possa apresentar. Um exemplo da comunicação em dual-band de um sistema Insteon está representado na Figura 13.

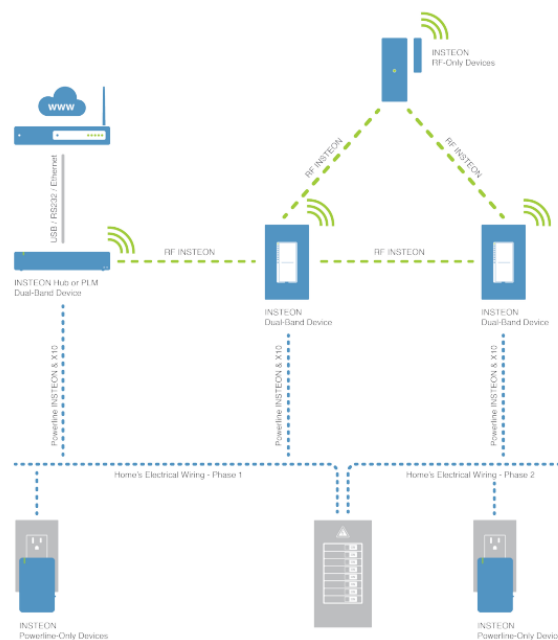


Figura 13 – Exemplo de comunicação de um sistema Insteon em dual-band [19]

Se a solução estiver em funcionamento com ambos os modos, essas falhas são compensadas com o outro modo, como por exemplo, quando se coloca um dispositivo que, apesar de estar além do alcance de uma rede sem fios, consegue comunicar via *powerline*. Esta compensação de falhas quando o sistema Insteon funciona em modo dual-band (RF e PLC) está representado na Figura 14.

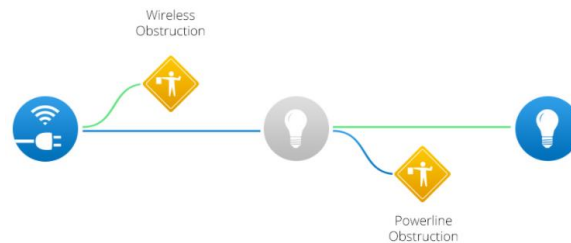


Figura 14 – Compensação de falhas numa rede Insteon em dual-band [20]

Todos os dispositivos Insteon podem funcionar como controladores, recetores ou retransmissores, podendo assim funcionar como uma rede *mesh*, tal como outros protocolos mencionados anteriormente. O número máximo de *hops* para cada mensagem é limitado a quatro, tal como no Z-Wave. A transmissão *multihop* é realizada utilizando um esquema de sincronização por intervalo de tempo, pelo que são permitidas as transmissões nesses intervalos. Os nós dentro da mesma rede não transmitem mensagens diferentes ao mesmo tempo. [21] A Figura 15 mostra como a confiabilidade da rede aumenta quando são adicionados dispositivos Insteon.

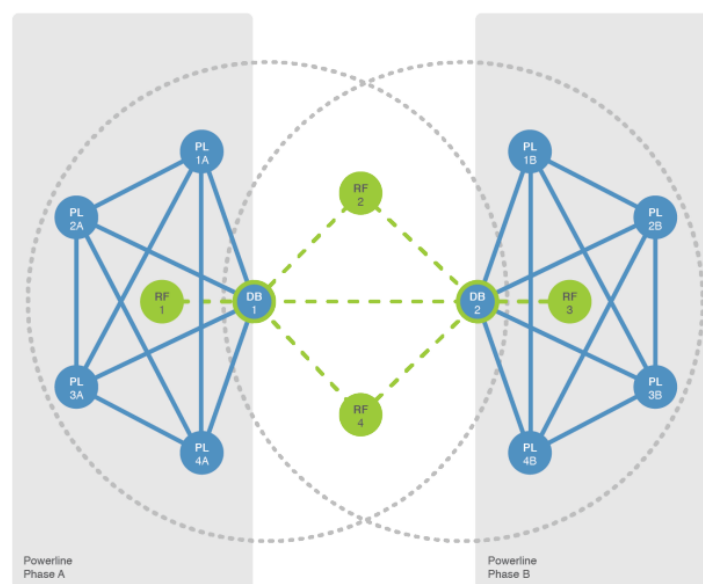


Figura 15 – Representação do alcance de transmissão de um sistema Insteon [19]

A figura anterior mostra os dispositivos Insteon que comunicam apenas por *poweline* (PL), apenas por RF (RF) e por ambos (DB), sendo que a azul está representado o sinal via *poweline*, a verde traçado o sinal via RF e a cinza traçado a cobertura RF do sistema.

Uma grande vantagem do Insteon é a sua compatibilidade parcial com dispositivos X10, uma vez que os comandos executados são idênticos aos do X10. A transmissão de dados ocorre na frequência de 1.131,65 KHz para dispositivos ligados à rede elétrica e 904 MHz para dispositivos sem fios, com uma taxa de transmissão de dados instantâneos de 13165 bits/s e de 2880 bits/s em transmissão contínua.

#### **2.2.6. ENOCEAN**

A EnOcean é uma das mais novas tecnologias em automação doméstica, com a vantagem de se alimentar da energia que ela própria capta. A característica benéfica e única dos dispositivos EnOcean é a sua capacidade para trabalhar sem bateria e ainda conseguir comunicar sem fios, já que os dispositivos EnOcean estão preparados para utilizar a energia proveniente do ambiente. Esta tecnologia consegue captar energia de três fontes principais: movimento, luz e variações de temperatura. [22]

Para a utilização da energia por movimento, o conversor mecânico de energia presente nos dispositivos EnOcean, converte energia mecânica, como por exemplo, a pressão de um interruptor, em energia elétrica. Tem um funcionamento similar a um dínamo e faz com que a energia fique disponível instantaneamente, produzindo cerca de 120  $\mu$ W/s e permite transmitir três tramas de rádio por operação. Para obter energia da luz, os dispositivos desta tecnologia, têm módulos solares em miniatura que podem até utilizar a luminosidade do interior de uma casa para alimentar módulos sem fio de consumo ultra baixo. Os geradores térmicos são o trunfo da alimentação de dispositivos EnOcean por variações de temperatura, pois ganham energia através da conversão das pequenas diferenças de temperatura (cerca de 20mV por 2 Kelvin), podendo alimentar o dispositivo. [22]

Os primeiros desenhos de dispositivos EnOcean utilizavam geradores elétricos piezoelétricos, mas foram mais tarde substituídos por fontes de energia eletromagnéticas [23]. Como todos os dispositivos são autoalimentados, a manutenção é mínima. A interferência de rádio também é mínima, uma vez que atua na banda 868 MHz na UE.

Esta tecnologia pode muito bem ser o futuro da domótica, pois tem uma característica única de combinar três fatores importantes na domótica: serem dispositivos sem fios, sem baterias e sem manutenção, implementando uma nova ideia na área da IoT.

### **2.2.7. LONWORKS**

A Echelon Corporation apresentou a tecnologia LonWorks no ano 1992 e desde então múltiplas empresas a têm vindo a usar para implementar redes de controlo distribuídas e automatizadas. Apesar de estar desenhada para cobrir todos os requisitos da maioria das aplicações de controlo, só tem tido êxito a sua implementação em edifícios administrativos, hotéis e indústrias. O êxito que o LonWorks tem tido em aplicações profissionais, nas quais importa muito mais a fiabilidade e a robustez que o preço em si, deve-se a que desde a origem oferecem uma solução com arquitetura descentralizada, extremo-a-extremo, que permite distribuir a inteligência entre os sensores e os atuadores instalados e que cobre desde o nível físico até ao nível de aplicação a maioria dos projetos de redes de controlo.

Segundo a Echelon, o LonWorks é um sistema aberto a qualquer fabricante que queira usar esta tecnologia sem depender de sistemas proprietários, o que permite reduzir os custos e aumentar a flexibilidade da aplicação de controlo distribuída. Mas embora a Echelon use o conceito de “sistema aberto”, não é realmente verdade pois a tecnologia não se pode implementar se não for num circuito integrado registado pela Echelon.

O sistema LonWorks pode operar até 32.000 dispositivos mas a peça fundamental é um *chip* chamado *Neuron-Chip* que possui integrado 3 processadores de 8 até 32 bits, sendo 2 deles dedicados a comunicação (um para o controlo do acesso físico MAC, e outro dedicado ao protocolo proprietário

LONTalk, que cobre todas as sete camadas OSI), e o terceiro *chip* fica dedicado à aplicação. Desta forma o protocolo fica embutido no processador reduzindo os custos e aumentando a velocidade e o desenvolvimento das aplicações. O *Neuron-Chip* é fabricado pela Cypress Semiconductor e pela Toshiba Corporation.

Tal como em outros protocolos já mencionados, no LonWorks, todos os dispositivos são *peer-to-peer* (P2P), ou seja, todos eles comunicam entre si, podendo enviar, receber ou retransmitir mensagens de uns para os outros, sendo que basta ter um controlador conectado a uma *gateway*. Na Figura 16 está representado o conceito básico de uma rede com o protocolo LonWorks.

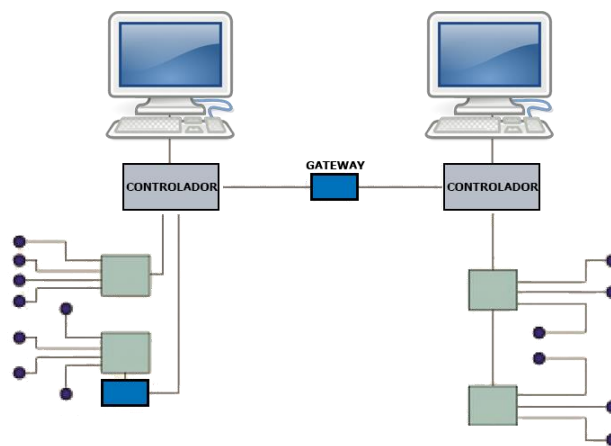


Figura 16 – Conceito básico de uma rede utilizando o protocolo LonWorks

Tal como o protocolo KNX, também o LonWorks comunica sob vários meios físicos, alguns até semelhantes, nomeadamente: par entrelaçado, um dos mais utilizados pelos fabricantes, já que tem velocidades de transmissão de cerca de 78 kbits/s; Ethernet, com uma velocidade de comunicação de 100/1000 Mbits/s e, atualmente, utilizado como *backbone* de segmentos FT10, da LonWorks; rádiofrequência, para longas distâncias de até 3.2 km e com velocidade de comunicação entre 9.6 e 128 kbits/s; e *powerline*, tal como já mencionado, comunica através da rede elétrica já instalada, sendo que pode ter velocidades de transmissão entre 2 e 5 kbits/s. [24]

## 2.2.8. 6LOWPAN

O 6LoWPAN é um protocolo baseado no protocolo IPv6, tendo sido projetado para ser utilizado sobre o padrão IEEE 802.15.4 para comunicação sem fios de baixa potência. A Figura 17 mostra a diferença entre cabeçalhos normais IPv6 em comparação com o cabeçalho comprimido 6LoWPAN sobre IEEE 802.15.4.

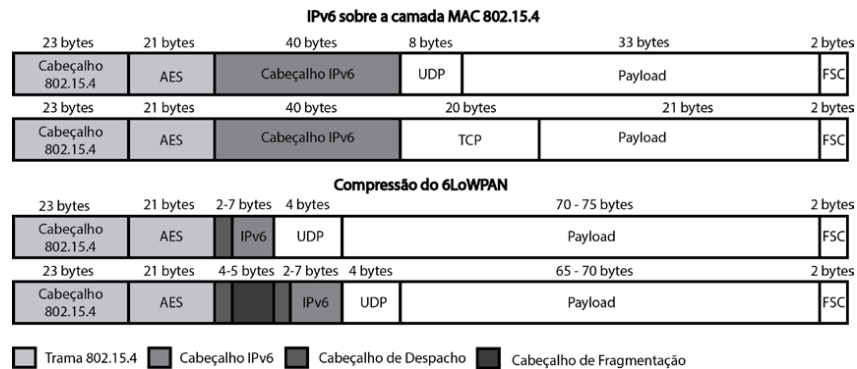


Figura 17 – IPv6 e 6LoWPAN *framing* sobre o standard IEEE 802.15.4

Uma das desvantagens deste padrão parte da limitação no tamanho das tramas a 127 bytes, incluindo um cabeçalho MAC de 23 bytes e um cabeçalho opcional de criptografia AES de 21 bytes. Com um protocolo IPv6 convencional, o payload seria reduzido para 33 bytes User Datagram Protocol (UDP) e 21 bytes com o Transmission Control Protocol (TCP).

A ideia do 6LoWPAN é manter o protocolo IPv6, mas comprimindo o cabeçalho das tramas para diminuir o *overhead* relativamente ao *payload*. Assim *payload* pode variar entre 65 e 75 bytes de dados. Desta forma, a transmissão de uma determinada quantidade de dados demora menos pacotes e, conseqüentemente, consome menos energia. O 6LoWPAN remove a implementação do TCP, ou seja, o nó é limitado ao protocolo UDP e a camada de aplicação fica responsável pela manipulação de erros.

## 2.3. ESTUDO DO MERCADO

Os vários protocolos anteriormente mencionados são os que mais presença têm no mercado da automação doméstica, existindo mais em ascensão. No entanto, foi feito um breve estudo sobre o mercado dos protocolos mais utilizados, desde os controladores que estes utilizam até aos sensores e atuadores.

### 2.3.1. CONTROLADORES

O protocolo Z-Wave é o que tem mais tipos de controladores, de vários fabricantes e bastante versáteis. Já o protocolo ZigBee, menos evoluído e mais recente, partilha alguns controladores com o Z-Wave, sendo que alguns destes controladores são multiprotocolo. O protocolo Insteon tem os seus próprios *gateways*, tal como serão descritos posteriormente.

Como foi mencionado anteriormente, o Z-Wave funciona como uma rede *mesh* pelo que necessita de um dispositivo principal (*master*) para controlar todos os outros dispositivos secundários (*slaves*). Assim, foi feito um estudo sobre alguns dos controladores principais (*gateways*) e secundários, bem como dos inúmeros dispositivos secundários, nomeadamente, sensores e atuadores.

Existem vários fabricantes de controladores, no entanto, grande parte deles estão ainda pouco evoluídos. No entanto, os controladores da Fibaro, Vera e Zipato são os mais comuns, sendo que a Fibaro tem o Home Center Lite e o Home Center 2; o Vera tem o Vera Plus e o Vera Edge; e a Zipato tem a Zipabox e a Zipatile. Estes *gateways* são descritos de seguida.

Começando pelos controladores da Fibaro, o Home Center 2 é um dispositivo que comunica com sensores eletrónicos e dispositivos localizados na habitação, utilizando comunicações com e sem fios, conectando-se ao servidor através da rede existente. [12] O *gateway* Home Center 2 está representado na Figura 18.



Figura 18 – Gateway Home Center 2 da Fibaro [12]

Vem com uma interface interna que permite ao utilizador controlar os sensores Z-Wave, aplicações e dispositivos de domótica através de um computador, *smartphone* ou *tablet*.

O Home Center 2 tem um *hardware* com uma arquitetura extremamente eficiente, sendo um dos mais rápidos do mercado, tem um consumo de energia relativamente baixo e é de fácil utilização. Permite ao utilizador dinamizar o seu sistema utilizando linguagem Lua ou HTTP para controlar dispositivos que não são Z-Wave e criar cenários mais avançados. Tem um sistema de Geo-Localização e permite notificações via SMS ou *push* através da aplicação móvel. Permite ao utilizador associar um grande número de dispositivos Z-Wave e a possibilidade de criar cenários com eles de forma a satisfazer o utilizador. [12]

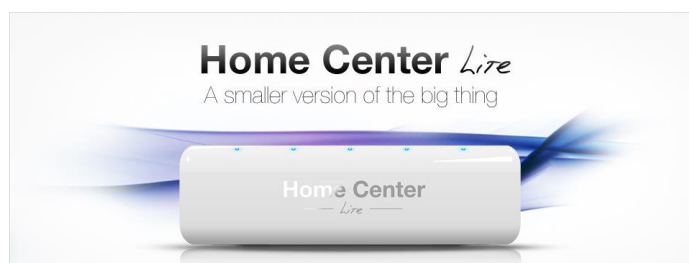


Figura 19 – Gateway Home Center Lite da Fibaro [12]

O Home Center Lite, representado na Figura 19, é uma versão mais em conta em relação ao Home Center 2, tendo menos algumas características, como a possibilidade de utilizar linguagem Lua, permite a utilização de apenas 230 dispositivos Z-Wave, não permite a utilização de VoIP ou controlo por voz. É um controlador mais limitado que o Home Center 2, no entanto, tem grande parte das características idênticas, mesmo a nível de *hardware*, o que o torna uma excelente alternativa. É, por vezes, utilizado um Home Center 2 como

controlador primário e o Home Center Lite controlador secundário, sendo este, então, controlado pelo primeiro. [12]

Os controladores do fabricante Vera são equivalentes aos da Fibaro, sendo que, tal como os da Fibaro que tem um com mais características que outro, os controladores da Vera também o são, sendo que o Vera Plus tem mais funcionalidades que o Vera Edge, que por sua vez é mais em conta.

O Vera Plus é um controlador inteligente que integra dispositivos Z-Wave numa rede, permitindo o controlo dos mesmos remotamente através do computador, smartphone ou tablet. Este controlador é bastante versátil, permitindo integrar não só dispositivos Z-Wave, mas também dispositivos ZigBee, Wi-Fi e Bluetooth, num total de mais de 200 dispositivos possíveis e é compatível com mais de 1400 dispositivos Z-Wave diferentes. [12] Na Figura 20 está representado o controlador Vera Plus do fabricante Vera.



Figura 20 – Gateway Vera Plus da Vera [12]

O Vera Edge, da Vera, é, tal como o Home Center Lite, da Fibaro, em relação ao Home Center 2, uma versão menos poderosa e mais em conta em relação ao Vera Plus. Este *gateway* tem pouco mais de metade da memória do Vera Plus e permite apenas controlar dispositivos Z-Wave. [25] Tanto o Vera Plus como o Vera Edge, têm uma interface própria para o utilizador que permite o fácil controlo de todos os dispositivos instalados na rede e pode ser feita a integração do Amazon Alexa para controlo por voz. A representação do Vera Edge está representada na Figura 21.



Figura 21 – Gateway Vera Edge da Vera [12]

Adicionalmente, a Vera desenvolveu um novo controlador ainda mais versátil que o Vera Plus, o Vera Secure, que tem a particularidade de funcionar ainda como uma central de alarme para a um edifício, sendo que utiliza os sensores e atuadores Z-Wave para tal. No entanto, é neste momento o *gateway* mais caro da Vera.

O fabricante Zipato, tal como mencionado anteriormente, fabrica os controladores Zipabox e Zipatile, sendo que ambos partilham quase as mesmas características, mas diferem na forma e apresentação. Enquanto que a Zipabox funciona como os controladores descritos anteriormente, a Zipatile, além das mesmas funcionalidades, representa-se como um tablet com sensores e atuadores integrados, sendo, por isso, muitas vezes utilizado como um controlador secundário, sendo que o controlador primário é a Zipabox.

A Zipabox é uma *gateway* permite ao utilizador gerir a sua habitação, sendo que vem com uma interface interna bastante fácil de utilizar. A grande particularidade dos controladores da Zipato é que são multiprotocolo, podendo trabalhar com grande parte dos protocolos de domótica já existentes, pois, no exemplo na Zipabox, existem módulos expansores extra que fazem a ponte entre os diferentes protocolos. Os módulos expansores de protocolos existentes no momento são: módulo série, módulo de segurança, módulo de alimentação extra, módulo P1, módulo KNX, módulo EnOcean, módulo backup e módulo 433MHz. Assim, uma Zipabox consegue controlar dispositivos Z-Wave, ZigBee, EnOcean, 433Mhz, KNX e muitos outros. O controlador Zipabox está representado na Figura 22, com alguns módulos expansores de protocolos de automação doméstica.



Figura 22 – Gateway Zipabox da Zipato [26]

A Zipatile é um controlador relativamente diferente dos restantes, sendo que este é um sistema completo de automação na forma de um único dispositivo, sendo possível montá-lo numa parede da residência. Apresenta um grande leque de sensores embutidos e módulos de hardware (atuadores), sendo que vai substituir alguns aparelhos domésticos, tais como o sistema de segurança, o termostato, o controlador central, entre outros. Permite controlar dispositivos Z-Wave e ZigBee, por defeito, no entanto, se for configurado para funcionar como controlador secundário de uma Zipabox, pode controlar os mesmos dispositivos que a Zipabox controla. O controlador Zipatile está representado na Figura 23.



Figura 23 – Gateway Zipatile da Zipato [27]

Para além dos controladores da Fibaro, Vera e Zipato, também há controladores de menor escala, de outros fabricantes, como é o caso do Z-Stick da Aeotec que é um dispositivo USB Z-Wave que tem uma bateria incorporada e permite controlar até 232 dispositivos Z-Wave. A Figura 24 representa o controlador USB Z-Stick da Aeotec.



Figura 24 – Gateway USB Z-Stick da Aeotec [12]

O Z-Stick pode ser utilizado num computador, Barebone ou Raspberry Pi para servir de controlador, fazendo comunicação Z-Wave expondo a API da Zensys. É utilizado por vários sistemas de controlo Z-Wave como o IP Symcon, HomeSeer ou DomoticZ. Como tem uma bateria incorporada, é possível adicionar ou remover dispositivos da rede Z-Wave mesmo quando o computador estiver desligado. [12]

O protocolo Insteon recorre ao seu próprio controlador, o Hub II, que permite controlar todo o sistema remotamente. Trabalha em conjunto com o *router* de Internet, smartphone ou tablet para controlar todos os dispositivos Insteon, não permitindo o controlo de dispositivos de outro protocolo. [12] A Figura 25 representa o controlador Hub II da Insteon.

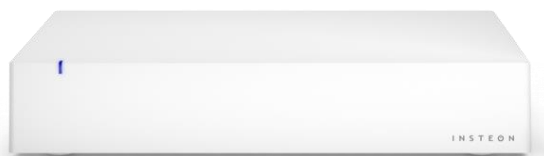


Figura 25 – Gateway Hub II da Insteon [12]

Este controlador vem com uma aplicação móvel para Android e iOS e permite a integração de outros dispositivos como o Sonos, para o sistema de som, o Amazon Alexa, para controlo de voz, o Nest Thermostat, para a climatização, o Harmony Home Remote Control, para controlo remoto e o Stringify, uma aplicação para controlo de sistemas de domótica.

No protocolo 433Mhz, um forte fabricante é a Chacon, que desenvolveu a marca DiO, que tem variados tipos de dispositivos para automação doméstica. Assim, a DiO acaba por ser um protocolo secundário do 433Mhz, já que funciona à mesma frequência e sobre os mesmos certificados, tal como foi mencionado

anteriormente. O HomeBox é o controlador da DiO e está representado na Figura 26.



Figura 26 – Gateway HomeBox da DiO [28]

Este controlador tem uma interface relativamente fácil de utilizar e que permite ao utilizador adicionar, remover e controlar dispositivos DiO, podendo ainda controlar dispositivos DiO 2.0, que funcionam à frequência mais comum, 868Mhz na Europa, tal como o protocolo Z-Wave.

### **2.3.2.           SENSORES**

Tal como nos controladores, existem vários fabricantes que desenvolvem todo o tipo de sensores: sensores de movimento, porta/janela, fumo, gás, luminosidade, temperatura, humidade, choque, entre outros.

Seguindo o estudo do mercado da automação doméstica, foi feito um estudo acerca dos vários sensores disponíveis nos vários protocolos anteriormente mencionados. Estes sensores são, na grande parte dos protocolos, controlados através de um controlador principal, ou *gateway*, nomeadamente os que foram mencionados na secção 2.3.1. Para este estudo foram escolhidos alguns exemplos dos vários sensores existentes.

Além dos sensores habituais (individuais), também existem multisensores, ou seja, dispositivos que têm vários sensores integrados, sendo que estes são o forte do mercado atualmente. A possibilidade de, por exemplo, ter um sensor de porta/janela que ao mesmo tempo faça de sensor de movimento ou temperatura, é o que o comprador mais procura.

Através da utilização de um sensor binário, é possível receber o estado de sensores convencionais de dois estados, mostrando “1” quando o sensor é ativado e “0” quando é desativado.

A maior parte dos sensores estudados são Z-Wave, ou mesmo Z-Wave Plus, visto ser o protocolo mais utilizado na Europa e ser o forte de mercado da plataforma EuroX10, desenvolvida pela CentralCasa, empresa onde foi efetuado o estágio, tal como foi mencionado no primeiro capítulo, no entanto é feito um estudo de três sensores de cada tipo e dos protocolos mais utilizados.

- **Sensores de movimento**

Os sensores de movimento servem para captar movimento num determinado compartimento de uma residência ou indústria.

Para o estudo de sensores de movimento existentes no mercado, foram escolhidos um sensor Z-Wave (da EverSpring), um EIB/KNX (da Zennio) e um Insteon (da Insteon). Estes sensores estão representados na Figura 27.

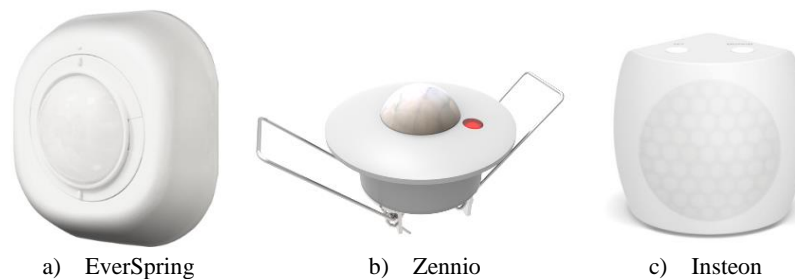


Figura 27 – Sensores de movimento [12][29][30]

O sensor de movimento da EverSpring um sensor PIR Z-Wave que deteta presença no local onde está instalado, sendo que é alimentado por uma bateria interna e tem modo *sleep*, para ter um consumo baixo, e sai desse modo apenas quando deteta presença, enviando esse sinal para o *gateway* da rede Z-Wave.

O sensor de movimento da Zennio (KNX) utiliza a tecnologia de detecção de movimento através do uso de infravermelhos.

O sensor da Insteon é idêntico a outro qualquer sensor de movimento, no entanto, segue as normas do protocolo Insteon.

- **Sensores porta/janela**

Estes sensores são, geralmente, sensores magnéticos que detetam se uma porta ou uma janela está aberta ou fechada, sendo que são divididos em duas partes distintas, uma que está conetada à moldura da porta ou janela e a outra embutida ou afixada na porta ou janela em si, ambas as partes contém um íman que permite fazer o contacto magnético.

Para o estudo deste tipo de sensores, foram escolhidos um sensor porta/janela Z-Wave (da Fibaro), um Insteon (da Insteon) e um X10 (da Marmitek). Os sensores porta/janela estudados podem-se visualizar na Figura 28.

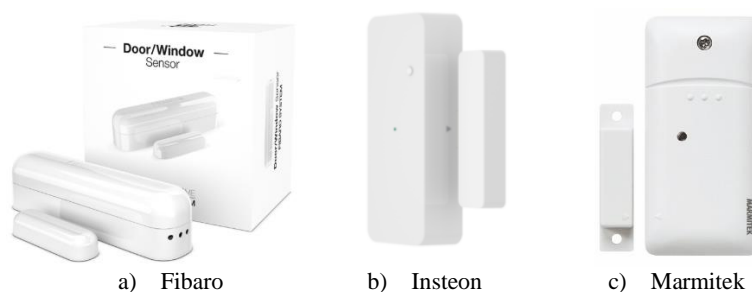


Figura 28 – Sensores porta/janela [12][30]

O funcionamento destes sensores é simples: quando a porta ou janela estiver fechada, existe contato magnético entre as duas partes do sensor (já mencionadas anteriormente), emitindo o estado do sensor para o controlador, como um sinal binário, mas quando a porta ou janela abre, esse contato magnético deixa de existir, pelo que o sinal emitido para o controlador é diferente, podendo assim identificar sempre o estado.

- **Sensores de fumo**

Tal como o próprio nome indica, os sensores de fumo detetam a presença de fumo e, portanto, de possíveis incendios dentro de uma habitação. Muitos destes sensores têm uma sirene de alarme incorporada.

Para o estudo deste tipo de sensores foram escolhidos um Z-Wave (da Fibaro), um ZigBee (da Zipato) e um EIB/KNX (da Gira). Estes sensores de fumo estão representados na Figura 29.



Figura 29 – Sensores de fumo [12][31]

Estes sensores, quando detetam qualquer presença de fumo, são ativados, saindo do modo habitual de funcionamento, o modo *sleep*, e enviam a informação à central.

- **Sensores de gás**

O sensores de gás detetam fugas de gás numa habitação, podendo este ser sob a forma de monóxido de carbono (CO) ou gás combustível.

Foram estudados três tipos de sensores de gás: um Z-Wave (Fibaro), um X10 (IntelliHome) e um ZigBee (Zipato). Estes sensores estão representados na Figura 30.



Figura 30 – Sensores de gás [12][32]

O funcionamento destes sensores é idêntico aos sensores de fumo, enviando à central a informação sobre uma possível fuga de gás, depois de sair do modo *sleep*.

- **Sensores de temperatura**

Existem vários tipos de sensores de temperatura, no entanto, este tipo de sensores é mais utilizado em multisensores (embutidos).

Foram escolhidos dois sensores de temperatura Z-Wave (da Qubino e da Fibaro) e um ZigBee (da Xiaomi), tal como estão representados na Figura 31.

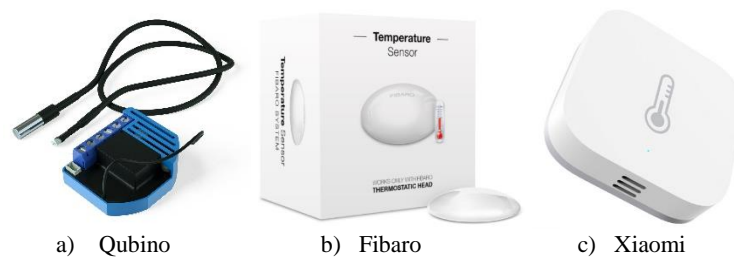


Figura 31 – Sensores de temperatura [12]

Enquanto que alguns sensores de temperatura são sondas que se aplicam a micromódulos atuadores, como o da Qubino, outros são dispositivos próprios para o efeito, tal como o da Fibaro e o da Xiaomi.

- **Sensores de inundação**

Os sensores de inundação destinam-se a detetar possíveis inundações, podendo também ser utilizado um sensor binário, como vai ser descrito posteriormente, num sensor de inundação convencional.

Os sensores Z-Wave estudados foram: um Z-Wave (da Fibaro), um Insteon (da Insteon) e um X10 (da X10), representados na Figura 32.



Figura 32 – Sensores de inundação [12][32][30]

Estes sensores são instalados no chão ou perto do chão, detetam qualquer aumento de humidade ou de líquidos numa determinada área e têm um funcionamento contínuo, ou seja, está sempre alerta para qualquer infiltração de água. Caso seja detetada alguma infiltração de água, envia um aviso ao controlador principal, notificando o utilizador.

- **Sensores binários**

Este tipo de sensores já foi mencionado anteriormente e servem, principalmente, para enviar estados de outros sensores.

Foram estudados um sensor binário Z-Wave (da Fibaro) e dois EIB/KNX (da Zennio e da Hager). Estes sensores estão representados na Figura 33.

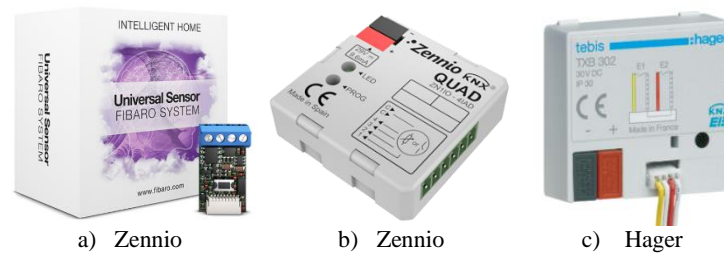


Figura 33 – Sensores binários [12][29]

O Universal Sensor, da Fibaro, pode ser utilizado nos sensores mais antigos, já que ao detetar diferenças de tensão, comuta o estado entre “1” e “0”, enviando essa informação ao controlador, permitindo assim ao utilizador saber o estado de determinados sensores já instalados que não são Z-Wave.

O Zennio Quad, é um sensor binário destinado ao protocolo EIB/KNX, tem quatro entradas que podem ser analógicas ou digitais e podem ainda serem associados outros sensores KNX a este dispositivo.

O sensor binário TXB302, da Hager, tem o mesmo princípio de funcionamento e tem duas entradas analógicas ou digitais.

- **Multisensores**

Os multisensores são dispositivos que têm mais do que um sensor embutido. Este tipo de sensores é o mais vendido no mercado, mesmo sendo mais caros que os sensores unitários, mencionados anteriormente.

Os multisensores estudados foram dois Z-Wave (da Aeotec e da Fibaro) e um EIB/KNX. Estes sensores estão representados na Figura 34.

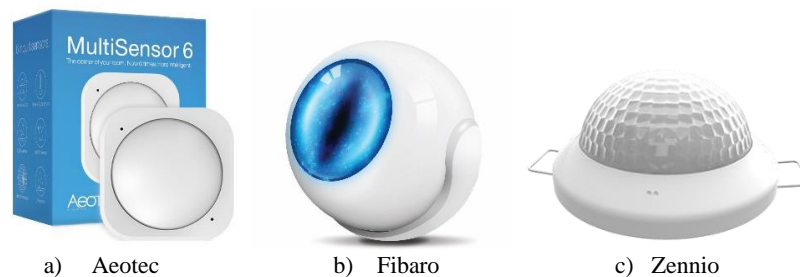


Figura 34 – Multisensores [12][29]

O MultiSensor 6, da Aeotec, embora parecer e ser um sensor de movimento, também é um sensor de temperatura, de luminosidade, de humidade, de radiações UV e de vibração. O Multisensor Quad da Zipato é um sensor porta/janela, de humidade, de temperatura e de luminosidade. Já o Motion Sensor da Fibaro, como o próprio nome indica é um sensor de movimento, mas é, ao mesmo tempo, sensor de luminosidade, de temperatura e de vibração. Este último, em particular, tem a forma de um olho e vai mudando conforme a temperatura, quando a temperatura ambiente é baixa, o LED fica azul e quando está mais alta, o LED fica vermelho. O único multisensor EIB/KNX que foi estudado, o Presentia C, é um sensor de movimento que também faz de sensor de luminosidade.

- **Medidores de energia**

Os medidores de energia podem ser considerados sensores energéticos, já que medem a quantidade de energia a ser consumida, podendo ser utilizados em redes elétricas monofásicas e trifásicas.

Foram estudados três medidores de energia: dois da Z-Wave (da Zipato e da Aeotec) e um EIB/KNX (da Zennio), representados na Figura 35.



Figura 35 – Medidores de energia [12][29]

O medidor de energia da Zipato necessita o módulo de expansão de energia, que se conecta à Zipabox e, com a ajuda de umas pinças de corrente colocadas em cada uma das fases, consegue medir o consumo energético.

O Home Energy Meter Gen5, da Aeotec, tem um funcionamento idêntico, no entanto não necessita a conexão com um controlador em específico, funcionando em qualquer um dos existentes, desde que seja Z-Wave.

O Zennio KNX Energy Saver é um dispositivo KNX que faz a medição instantânea da energia, quer para sistemas monofásicos, como para trifásicos, fornecendo ainda informações acerca das emissões de CO<sub>2</sub> e o custo.

### **2.3.3. ATUADORES**

Enquanto que os sensores enviam o seu estado para o controlador, o atuador é o dispositivo que faz a ação requerida pelo utilizador. Muitas vezes também funcionam como sensores, no entanto a sua principal função é a de executar tarefas, como abrir um estore ou acender uma lâmpada. Tal como os sensores descritos anteriormente, estes atuadores são de fácil instalação, mas para um sistema mais complexo é necessária uma configuração mais complexa.

Existem vários tipos de atuadores, tais como: tomadas, interruptores, termóstatos, micromódulos de diferentes tipos (on/off, *dimmer*, estores, RGBW), comandos, fechaduras, entre outros. Os atuadores podem ser totalmente controlados remotamente através do acesso ao controlador presente na rede e enviam o estado mesmo que este seja alterado local ou remotamente.

A documentação que, por norma, vem com o dispositivo, é extremamente importante, tanto para a instalação, como para a sua configuração de modo a conseguir os resultados requeridos através da alteração de parâmetros de configuração aí descritos.

- **Tomadas Inteligentes**

Existem vários tipos de tomadas inteligentes que fornecem um leque de funcionalidades, desde fazer um simples On/Off, até ter capacidades como medição de consumo energético ou regular a intensidade luminosa de uma lâmpada.

Foram estudadas: uma tomada inteligente Z-Wave (da Fibaro), uma X10 e uma Insteon (da Insteon). Estas tomadas inteligentes estão representadas na Figura 36.

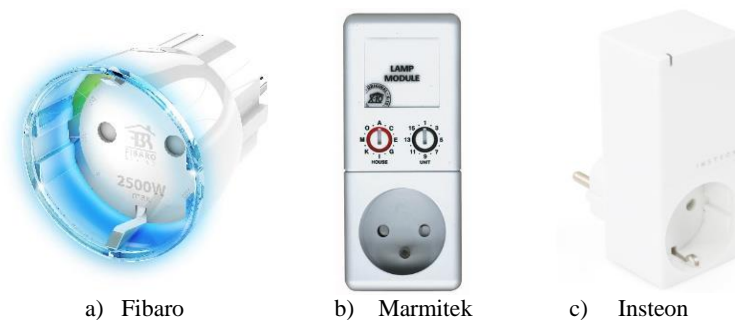


Figura 36 – Tomadas inteligentes [12][29]

A Smart Plug, da Fibaro, pode ser controlada local ou remotamente, fazendo apenas a comutação entre On/Off a qualquer dispositivo conetado. Esta tomada inteligente tem um LED incorporado que muda de cor conforme o consumo e suporta dispositivos com potência máxima de 2500W.

O Lamp Module, da Marmitek, faz a comutação entre On/Off de vários tipos de dispositivos. O endereçamento do dispositivo é feito na própria tomada, identificando-o no sistema X10.

A tomada inteligente da Insteon pode ser controlada e monitorizada através de qualquer controlador Insteon ou X10, já que faz a transmissão através de sinais RF ou *powerline*.

- **Interruptores Inteligentes**

Os interruptores são, nada mais, nada menos que atuadores On/Off, sendo que estes podem ser sob as formas de interruptor momentário, interruptor alternado. Os interruptores de domótica substituem os interruptores convencionais, sendo que os primeiros podem ser atuados local e remotamente. Existem interruptores até quatro teclas, alguns portáteis, e existem comutadores de calha DIN, para quadros elétricos, que podem controlar diversos dispositivos, tendo um certo número de entradas e saídas que varia de dispositivo para dispositivo.

Os interruptores escolhidos para este estudo foram: um Z-Wave (da Fibaro), um EIB/KNX (da Hager) e um X10 (da Marmitek). Estes interruptores estão representados na Figura 37.

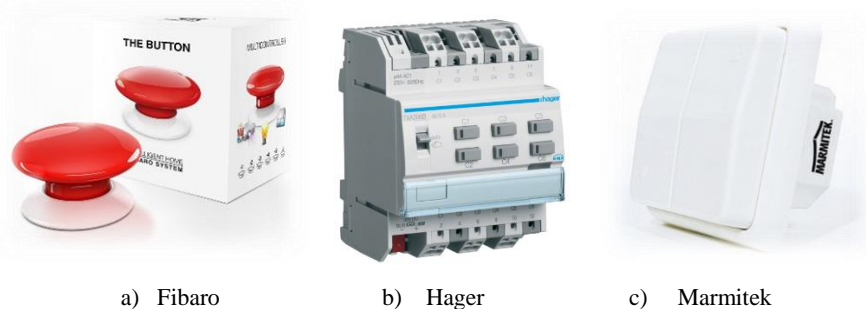


Figura 37 – Interruptores de domótica [12][31]

O The Button, da Fibaro, é um interruptor momentário em forma de botão de emergência ou pânico, no entanto, é mais utilizado para ativar cenários ou outros dispositivos. Pode ter várias cores e funciona a pilhas. O funcionamento é por cliques, sendo que se podem configurar sete formas diferentes de funcionar: de um a seis cliques ou manter pressionado. Já o comutador de calha DIN representado na Figura 37, o TXA206B, da Hager, é um dispositivo de seis entradas e seis saídas que se utiliza nos quadros elétricos para, geralmente, fazer o controlo da iluminação. O interruptor de estores da Marmitek é um interruptor momentário que é utilizado para controlar estores, tanto local como remotamente.

- **Termóstatos**

Os termóstatos de domótica são dispositivos desenvolvidos para controlar a climatização de uma habitação e são geralmente associados a HVACs. Foram estudados três termóstatos Z-Wave: um da Zipato, um da Secure e outro da HeatIt. Estes dispositivos estão representados na Figura 38.

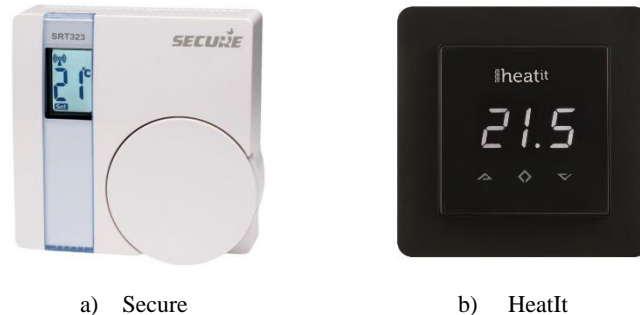


Figura 38 – Termóstatos Z-Wave [12]

Ambos têm o mesmo princípio de funcionamento, as únicas diferenças são o modo de configuração de cada um e a forma como se pode alterar o valor da temperatura requerida, ainda que ambos sejam sem fios e podem ser controlados remotamente. O SR232, da Secure, tem um botão giratório manual que permite ao utilizador escolher a temperatura ambiente requerida, já o termóstato da HeatIt, tem um ecrã táctil para esse mesmo efeito. Ambos os dispositivos também podem servir como sensores de temperatura.

- **Micromódulos**

Dentro dos atuadores, existem uns dispositivos específicos que são o forte do mercado da domótica: os micromódulos. Estes micromódulos são pequenos dispositivos que se ligam antes do dispositivo que se quer controlar, como um motor de um estore ou uma lâmpada, permitindo que sejam controlados remotamente. Estes micromódulos colocam-se, geralmente, nas caixas de parede, tal como é representado na Figura 39, onde, no exemplo, é utilizado um micromódulo da nodOn que utiliza o protocolo EnOcean.

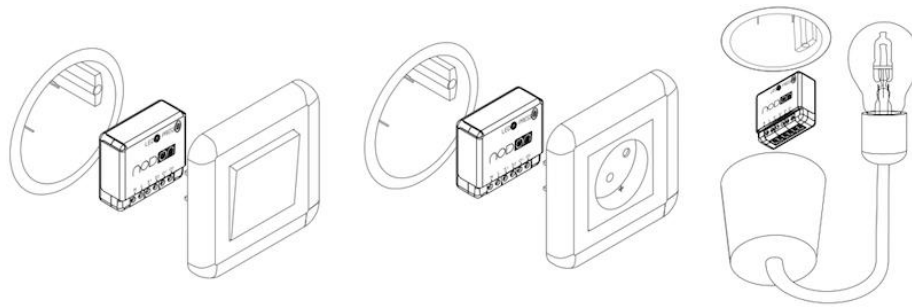


Figura 39 – Colocação de um micromódulo [33]

O princípio de ligação destes micromódulos é semelhante em quase todos os dispositivos deste tipo, existindo micromódulos de vários tipos: on/off (de 1 ou 2 saídas), *dimmer* (regulador de luminosidade), de estores, RGBW e outros menos utilizados.

O componente-chave deste tipo de micromódulos é o relé, ou seja, um interruptor eletromecânico. Para cada saída de um micromódulo On/Off existe um relé associado e sempre que recebe informação do controlador para mudar de estado, ou seja, sempre que o controlador envia um impulso, ocorre um movimento físico que faz contato com o atuador ligado à saída do micromódulo. [34]

Este tipo de atuadores existem sob as normas dos vários protocolos estudados anteriormente, mas são os protocolos mais utilizados que fabricam estes micromódulos em massa: Insteon, X10 e Z-Wave.

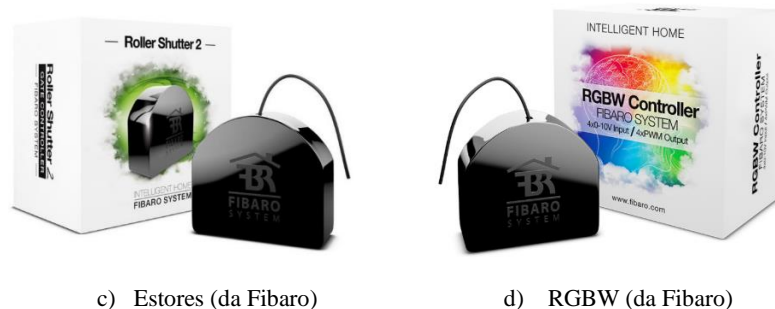
Para o estudo de mercado destes dispositivos, foram escolhidos quatro micromódulos Z-Wave diferentes: um On/Off, um de regulação luminosa (*dimmer*), um de estores e um de controlo de RGBW.



a) 1 saída (da Philio)



b) *Dimmer* (da Qubino)



c) Estores (da Fibaro)

d) RGBW (da Fibaro)

Figura 40 – Micromódulos Z-Wave [12]

Os micromódulos On/Off fazem apenas a comutação de estado de um atuador convencional, recebendo a tensão na entrada e enviando para a saída conforme recebe mensagens do controlador que alteram o estado dos relés internos. Este tipo de micromódulos são fabricados de diferentes formas: uma saída, duas saídas ou uma saída livre de potência (contato seco). O exemplo estudado é um micromódulo de uma saída, da Zipato, ou seja tem apenas um relé embutido e o seu esquema de ligação está representado na Figura 41.

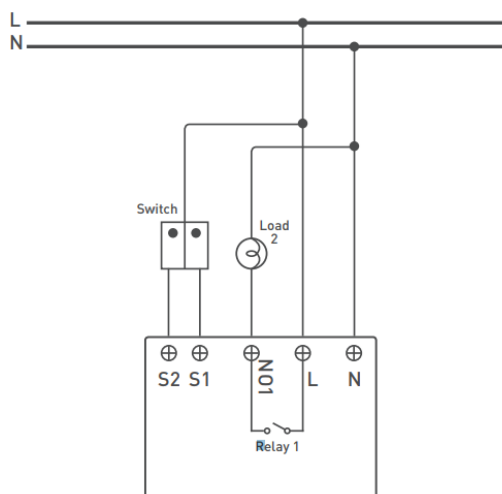


Figura 41 – Esquema de ligação do micromódulo On/Off de 1 saída da Zipato [35]

Este micromódulo tem um relé que faz a ligação entre a alimentação de 230V com a saída à qual é associada a carga a controlar. O impulso enviado pelo controlador ou pelas entradas S1 ou S2 para este dispositivo faz com que o relé comute o seu estado, passando corrente entre a fase (L) e a saída (NO1).

Os micromódulos *dimmer* servem, principalmente, para controlar a intensidade luminosa de uma lâmpada, permitindo ao utilizador fazer esse controlo local ou remotamente. O micromódulo *dimmer* estudado foi o da Qubino e o seu esquema de ligação está representado na Figura 42.

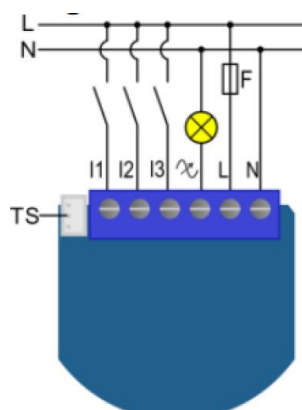


Figura 42 – Esquema de ligação do micromódulo *dimmer* da Qubino [36]

Este tipo de dispositivos é, também necessário para ligar lâmpadas LED, já que estas, apesar de terem um baixo consumo energético, podem danificar um micromódulo On/Off ao ligar, pois sofre um pico de carga que pode não ser suportado pelo relé. Assim, caso seja necessário controlar lâmpadas LED, o mais indicado é utilizar um micromódulo *dimmer* com uns determinados parâmetros, em vez do micromódulo On/Off, mas para regular a intensidade de um LED já é necessária a utilização de um *bypass* e a lâmpada tem que ser regulável. [37] A representação do esquema de ligações de uma lâmpada LED a um micromódulo *dimmer* com recurso a um *bypass*, para poder ser regulada, encontra-se na Figura 43.

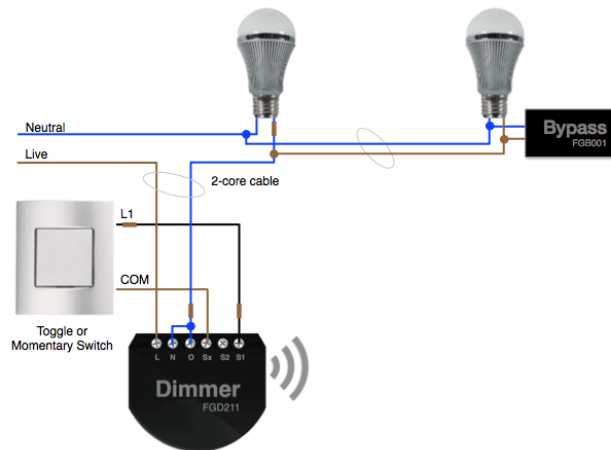


Figura 43 – Esquema de ligação de um micromódulo *dimmer* com *bypass* [37]

O objetivo da utilização do *bypass* é a de complementar o funcionamento do micromódulo *dimmer* com LEDs, pois, dependendo de cada fabricante, estas lâmpadas têm diferentes características, podendo piscar ao acender ou não desligar por completo.

Os micromódulos de estores servem para controlar estores e persianas que sejam a motor. Estes dispositivos ligam-se ao motor e permitem que este seja controlado local e remotamente, já que pode colocado na caixa de parede do interruptor convencional utilizado para o controlo de estores. O esquema de ligações do micromódulo de estores da Fibaro está representado na Figura 44.

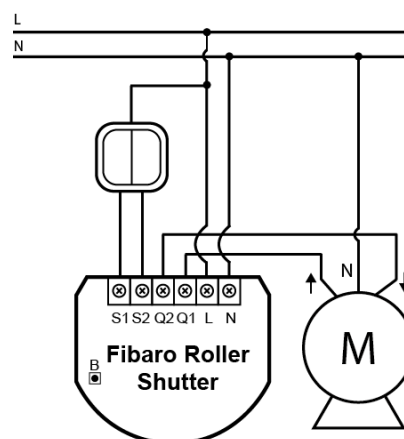


Figura 44 – Esquema de ligação do micromódulo de estores da Fibaro [38]

O micromódulo é alimentado e tem duas entradas e duas saídas, ou seja, liga-se o interruptor, normalmente, de pressão, às duas entradas (uma para subir e outra para descer) e as saídas ao motor do estore.

Estes micromódulos necessitam fazer uma calibração sempre que são adicionados a um controlador de forma a descobrir os pontos iniciais e finais do estore. Depois de ser adicionado, é possível enviar qualquer tipo de controlo para o micromódulo, como abrir, fechar ou parar, sendo ainda possível, através de cenários, configurar o estore para abrir ou fechar conforme a luz do dia. Alguns micromódulos de estores, nomeadamente o da Qubino e o da Fibaro, permitem também o controlo de persianas venezianas.

O micromódulo RGBW serve para controlar fitas LED RGBW ou RGB, sendo possível variar a intensidade de cada uma das cores para dar o efeito desejado pelo utilizador. As cores de uma fita LED RGBW são: vermelho (R), verde (G), azul (B) e branco (W). O esquema de ligações do micromódulo RGBW da Fibaro pode-se visualizar na Figura 45.

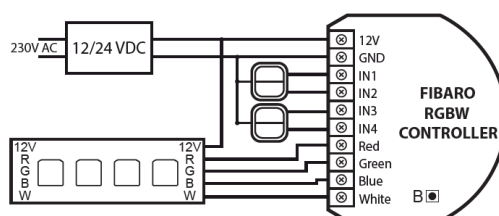


Figura 45 – Esquema de ligação do micromódulo RGBW da Fibaro [39]

Este micromódulo permite utilizar uma fita RGBW ou RGB de várias formas, desde ao uso de uma simples cor, até mesmo fazer sequências instantâneas ou temporizadas. A utilização das entradas deste micromódulos nem sempre é feita, pois a configuração no controlador é, geralmente, suficiente.

#### 2.3.4. INTERFACES

Nesta secção são descritos e estudados os vários interfaces gráficos que permitem ao utilizador controlar e monitorizar todos os dispositivos de domótica na sua habitação. Um interface funciona como um elo de ligação entre o

utilizador e o dispositivo de domótica a controlar, fazendo com que o utilizador se inclua na rede e receba ou envie informação através de comandos dados ao controlador. Estes interfaces gráficos podem ser utilizados no computador, *tablet*, *smartphone* ou mesmo dispositivos próprios, como vão ser estudados.

Cada um dos controladores estudados na secção 2.3.1. têm o seu próprio interface incorporado que se pode aceder através do acesso à Internet. Cada fabricante de controladores Z-Wave tem o seu próprio interface, como é o caso do MyZipato, que é o interface dos controladores Zipabox e Zipatile, do FibaroHome, que é o interface dos controladores Home Center Lite e Home Center 2, e do GetVera, que é interface dos controladores Vera Edge e Vera Plus.

Todos os interfaces necessitam de uma conta de utilizador que se emparelha com o controlador requerido e dispõem de algumas opções que são idênticas em todos eles, tais como: inclusão/remoção de dispositivos da rede, desenvolver cenários personalizados, aplicar regras de funcionamento, configurar, controlar e monitorizar os dispositivos da rede. Além das suas opções, todos estes interfaces têm uma aplicação *web* e uma aplicação *mobile*. Estes interfaces foram todos utilizados e estudados ao longo do estágio e foi feita uma breve descrição para cada um.

- **MyZipato**

O MyZipato é o interface gráfico dos controladores da Zipato, ou seja, a Zipabox e a Zipatile. Este interface está representado na Figura 46.

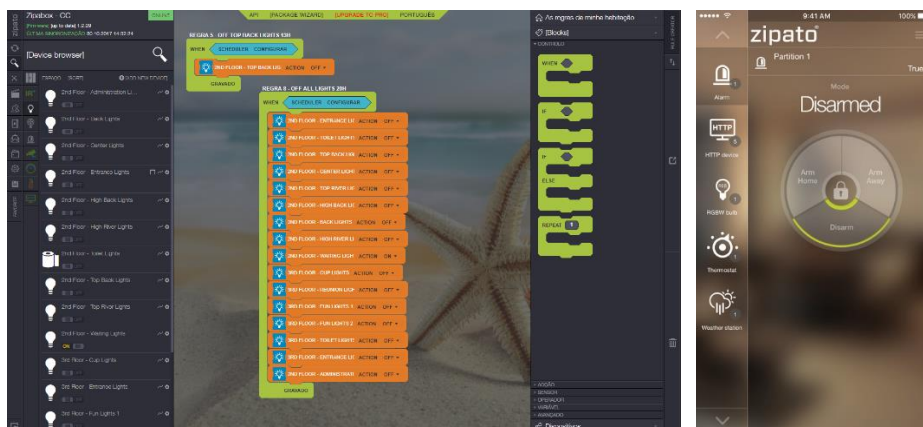


Figura 46 – Aplicação *web* e *mobile* do interface MyZipato

Os dispositivos deste controlador são, geralmente, agrupados conforme o seu tipo ou protocolo, podendo até mostrar o seu endereço na rede. A criação de cenários funciona através de blocos, onde se adicionam os dispositivos requeridos, e permite que a configuração seja partilhada com vários utilizadores.

- **FibaroHome**

O FibaroHome é o interface gráfico para os controladores da Fibaro, ou seja, o Home Center 2 e o Home Center Lite. Este interface está representado na Figura 47.

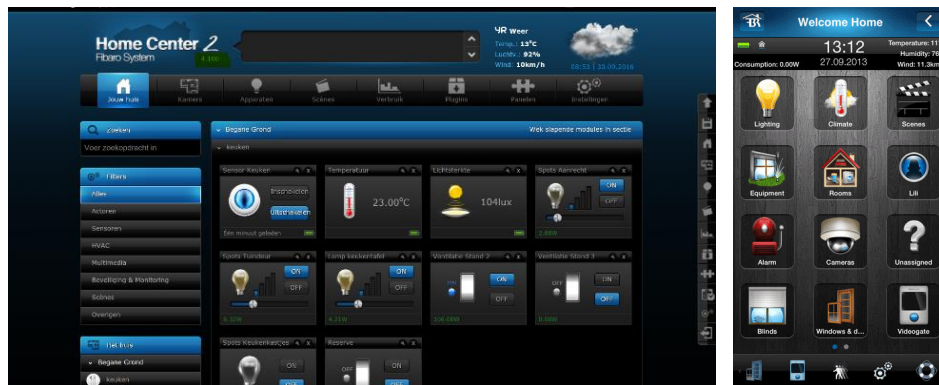


Figura 47 – Aplicação *web* e *mobile* do interface FibaroHome

Este interface permite agrupar os dispositivos por divisões ou mesmo sistemas, e permite identificá-los com ícones representativos. A criação de cenários pode-se fazer sequencialmente através de blocos ou através de um *wizard* que permite ao utilizador fazer cenários mais facilmente. O FibaroHome permite a instalação de alguns *plugins* interessantes para o utilizador, como para sistemas de alarme ou de medição interna dos consumos de energia que calculam os gastos num determinado intervalo de tempo.

- **GetVera**

O GetVera é o interface gráfico para os controladores da Vera, ou seja, o Vera Plus e o Vera Edge. Este interface está representado na Figura 48.

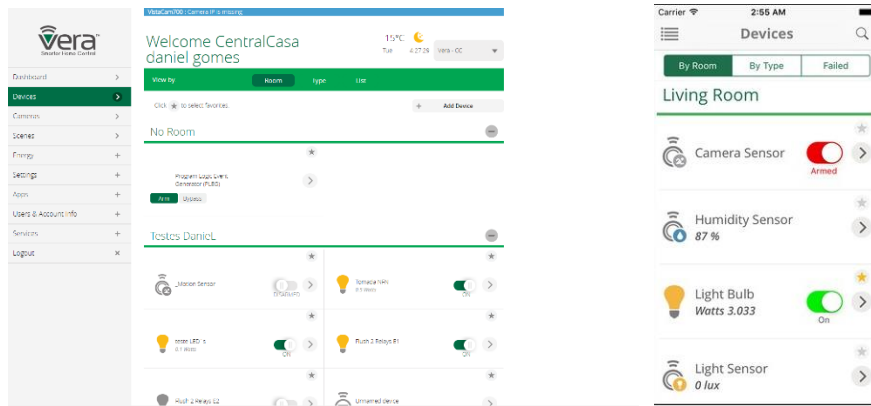


Figura 48 – Aplicação *web* e *mobile* do interface GetVera

Este interface permite criar divisões e reagrupar os dispositivos nelas. Cada dispositivo apresenta um ícone representativo do tipo de dispositivo e os cenários são feitos sequencialmente, definindo o *trigger*, a função e o horário. Tem um *plugin* de medição e cálculo do consumo de energia.

# 3. PROJETO DO SISTEMA

A CentralCasa, em conjunto com a pontoPR e a CSide, mudou as suas instalações para um edifício com mais espaço para trabalhar. Assim, houve a necessidade de automatizar o escritório, tal como estava no espaço antigo, que estava equipado com soluções de automação doméstica (domótica) que preenchia os requisitos necessários para ter um escritório totalmente controlado e seguro. O controlo passava pela iluminação, climatização e segurança.

Neste capítulo será feita uma breve apresentação do local a implementar este sistema, os requisitos mínimos, a escolha do protocolo de um dos já estudados anteriormente, a escolha dos componentes, também estudados no capítulo anterior, e, por fim, é feito um orçamento de todos os componentes a implementar neste sistema.

## 3.1. LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO

O local de implementação da solução a instalar é o escritório onde as empresas CentralCasa, pontoPR e CSide se encontram. Este escritório é composto por dois pisos com diferentes áreas, sendo estes os pisos 2 e 3 do edifício. Tanto o piso 2 como o piso 3 podem-se dividir em algumas zonas, como demonstra a Figura

49, que vão ajudar a perceber melhor o local onde os componentes do sistema serão instalados.

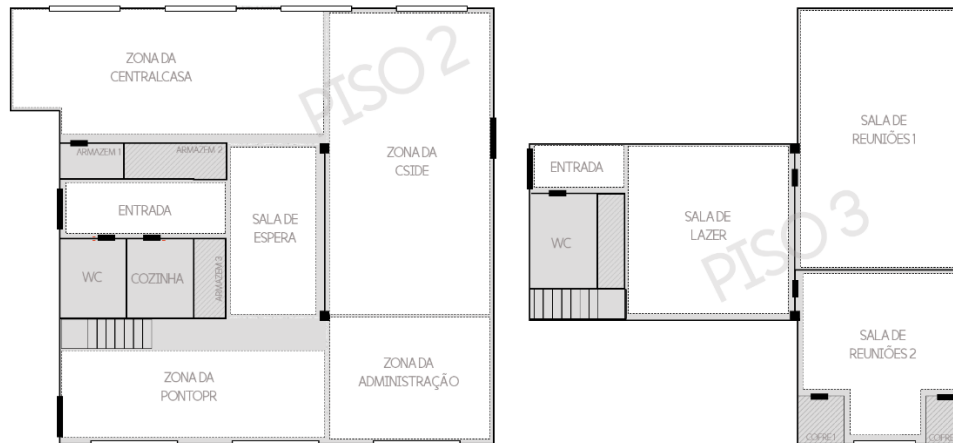


Figura 49 – Planta do escritório da empresa dividido por zonas

No piso 2 estão presentes as diferentes zonas de cada empresa deste grupo: CentralCasa, pontoPR e CSide, bem como a zona da administração. Tem uma pequena sala de espera para os clientes que se situa logo após a entrada principal. No corredor da entrada tem também uma casa de banho e uma cozinha. Os pequenos armazéns com material de doméstica, da CentralCasa (*stock* do site EuroX10), encontram-se também no piso 2. Já no piso 3, tem uma zona de lazer, onde se pode fazer um breve descanso e arrumar algum material em estantes, uma entrada secundária para o escritório e duas salas de reuniões, em que uma delas inclui dois cofres. O piso 3, tal como o piso 2, também é equipado com uma casa de banho.

Ambos os pisos estão equipados com sistemas de vigilância analógica e sensores de movimento, bem como sistemas de ar condicionado e iluminação. Em cada um dos pisos existem dois quadros elétricos que estão interligados entre si. A disposição de todos os equipamentos mencionados anteriormente pode-se visualizar na Figura 50, estando esta devidamente legendada.



Figura 50 – Planta do escritório com os equipamentos instalados

O escritório, tal como indicado na Figura 50, tem sistemas de iluminação de diferente tipo, identificados a azul, no entanto todas as lâmpadas utilizadas são LED, tal como vai ser verificado posteriormente. A posição dos quadros elétricos está representada na figura, identificados a verde, bem como os sistemas de ar condicionado, indicados a vermelho, tendo quatro no piso 2 e três no piso 3. Quanto às câmeras de vídeovigilância, estão três no piso 2 e três no piso 3, totalizando 6 câmeras. Já sensores de movimento, estão instalados seis no piso 2 e três no piso 3.

### 3.2. REQUISITOS

Antes de qualquer implementação de um sistema, foram propostos alguns objetivos a atingir de forma a ter uma solução eficaz e satisfatória para todos os colaboradores do grupo de empresas. Assim, todas as áreas de ação da domótica serão abordadas nesta instalação. Desta forma, foram propostos os seguintes requisitos:

- Possibilidade de controlar a iluminação de todo o escritório utilizando o sistema de iluminação já instalado;
- Controlar e monitorizar a temperatura ambiente e fazer a sua devida climatização automatizada;

- Receber estados de certos equipamentos elétricos, como da iluminação, dos ar condicionados e de algumas portas;
- Temporizar cenários de abertura e fecho do escritório durante todos os dias da semana;
- Controlar a abertura e fecho de algumas portas presentes no escritório, nomeadamente de cofres, armazéns e entradas.
- Instalação de um painel com um circuito de iluminação a LED na sala de espera do escritório.

### **3.3. ESCOLHA DO PROTOCOLO**

Tendo em conta os vários requisitos propostos no subcapítulo anterior, a escolha do protocolo teve de ser considerada. A iluminação já se encontrava instalada e, portanto, foi necessário fazer as devidas alterações no quadro elétrico de cada piso, sendo que, para isso, foi necessária a escolha de um protocolo que cumprisse todos os requisitos. Então, para a iluminação, o protocolo indicado é o KNX, tendo em conta que a vertente de projetos da CentralCasa se dedica ao desenvolvimento de projetos sob este protocolo e a sua instalação ser feita ao nível dos quadros elétricos. Para os restantes pontos de controlo, optou-se por um protocolo mais em conta a nível de preço, pois o KNX é um protocolo eficiente, mas caro, tal como foi descrito no capítulo 2. A plataforma desenvolvida pela CentralCasa, o EuroX10, é uma ótima fonte de material a utilizar neste sistema, sendo que, neste aspeto, os protocolos Z-Wave e X10 são os que mais se destacam. O ZigBee, o Insteon, ou outro qualquer protocolo de automação doméstica também poderiam ser escolhidos, no entanto, é necessário que exista uma compatibilidade entre os dois protocolos a ser utilizados, pois nem todos são compatíveis.

Apesar da existência de vários protocolos de domótica, a CentralCasa sempre demonstrou uma enorme vontade de ter um sistema baseado no protocolo Z-Wave nas suas instalações, pois, para além de ser o protocolo com mais procura, é o que mais tem avançado na tecnologia na área da Domótica. Alinhando este

protocolo com o facto de poder acoplar um sistema que respeita a outro protocolo de domótica, tal como será demonstrado, é ótimo para esta instalação.

Assim, o sistema de domótica a ser instalado no escritório passa a ter uma arquitetura híbrida, sendo que vai ter dois protocolos distintos a funcionar interligados entre si. Em resumo, os protocolos a utilizar para o sistema a implementar são Z-Wave e EIB/KNX.

### **3.4. ESCOLHA DE COMPONENTES**

Neste subcapítulo é abordada a escolha dos componentes a utilizar na solução a implementar. É explicada a escolha do controlador e da alimentação e comunicação KNX,

#### **3.4.1. CONTROLADOR**

Como já foi mencionado anteriormente, a solução a ser implementada requer a utilização de dois protocolos e, depois do estudo de mercado feita na secção 2.3, pode-se verificar que existe, de facto, um controlador Z-Wave com capacidade para integrar um sistema com o protocolo KNX, tal como desejado. O controlador escolhido é, então, a Zipabox, da Zipato, pois permite acrescentar um módulo adaptador de KNX, permitindo uma ligação entre os dois protocolos. Na Figura 51 está representado o controlador Zipabox com o módulo adaptador de KNX.



Figura 51 – Zipabox com módulo adaptador KNX.

Com este controlador, o interface do sistema a instalar será o MyZipato, já mencionado na secção 2.3.5. e permite uma possível integração de uma Zipatile, também da Zipato, no sistema, de forma a garantir mais robustez à solução.

Este controlador pode ser instalado no quadro elétrico, em calha DIN, para uma instalação mais fácil, sendo que uma instalação baseada em KNX tem a necessidade de ser feita no próprio quadro elétrico do local de implementação.

O adaptador KNX para a Zipabox faz comunicação serial entre o controlador Z-Wave e o controlador KNX, fazendo com que este seja a “ponte de passagem” da informação proveniente dos dispositivos de cada um dos sistemas, de forma a poder controlar, supervisionar e monitorizar o sistema como um só através do controlador Z-Wave, neste caso, a Zipabox.

### 3.4.2. ALIMENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO KNX

Para qualquer sistema KNX, é necessária uma alimentação que dá início ao barramento, Bus KNX. Existem fontes de alimentação para diferentes tipos de sistemas KNX, dependendo do número de dispositivos que se querem conectar. Neste caso, a instalação é pequena, pelo que uma fonte de alimentação possível para este sistema é o ZPS 160M, da Zennio, representado na Figura 52.



Figura 52 – Fonte de alimentação ZPS 160M, da Zennio [29]

Esta fonte de alimentação está preparada para alimentar alguns dispositivos, no entanto, sem exceder um total de 160mA. O cálculo do número de dispositivos a conectar ao barramento faz-se da seguinte forma:

$$\text{Número de dispositivos} = \frac{\text{Total (mA)} - \text{Saída adicional (mA)}}{\text{Média de cada dispositivo (mA)}} [29]$$

Neste caso, como não vai ser necessário utilizar uma saída adicional e, tendo em conta que, em média, cada dispositivo consome, em média, 10mA e a fonte de alimentação é de 160mA, pode-se dizer que esta fonte de alimentação permite conectar 16 dispositivos na linha do barramento.

De forma a servir de interface entre o utilizador e o sistema KNX, é necessário um módulo de comunicação. Este módulo permite, ao utilizador, aceder a cada um dos dispositivos e configurá-los remotamente. O KNX IP Router 750, da Weinzierl, foi o módulo de comunicação escolhido para este sistema e está representado na Figura 53.



Figura 53 – Módulo de comunicação KNX IP Router 750 da Weinzierl [31]

Este dispositivo de calha DIN da Weinzierl, faz o reencaminhamento dos telegramas KNX entre as diferentes linhas via LAN (IP) como um *backbone*. É necessário utilizar um dispositivo como estes neste sistema de forma a configurar os dispositivos e ter acesso a informações do sistema em tempo real.

### 3.4.3. ILUMINAÇÃO

O local de implementação está equipado com iluminação LED em todos os pontos de luz, estando todos os circuitos conectados e controlados diretamente no quadro elétrico, sendo que só alguns destes pontos de iluminação têm interruptor de parede. Os pontos de iluminação que chegam ao quadro são, no total, dezasseis no piso 2 e seis no piso 3, e estão distribuídos pelas diferentes áreas assinaladas na Figura 49.

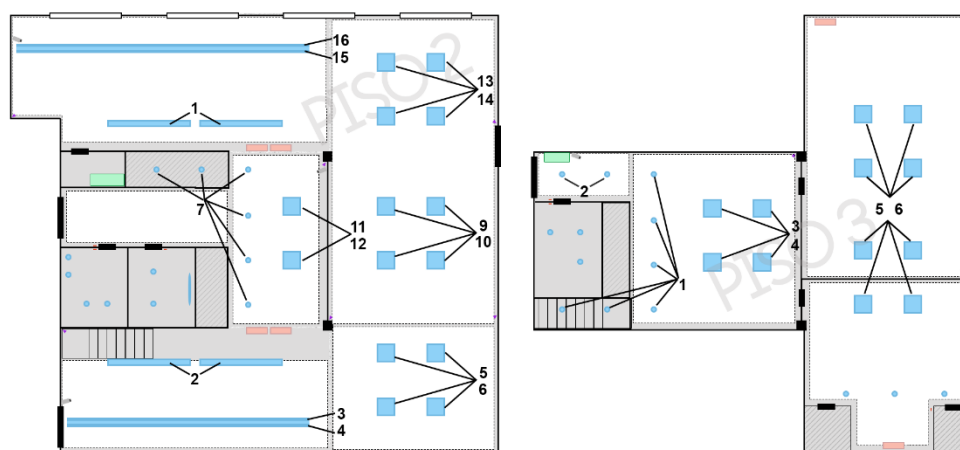


Figura 54 – Distribuição da iluminação no local de implementação

Como se pode verificar na figura 54, os pontos de iluminação estão numerados, pois é a forma como estavam distribuídas os circuitos elétricos antes da implementação do sistema estudado nesta dissertação. Cada um dos disjuntores mencionados anteriormente estava etiquetado com uma numeração correspondente ao circuito elétrico de cada ponto de iluminação.

O primeiro objetivo passou por reduzir o número de disjuntores a utilizar, de forma a ser possível limitar o número de saídas do atuador a utilizar para a iluminação, assim, foi feito um breve estudo dos consumos associados a cada canal proveniente dos pontos de iluminação, tendo em conta o tipo de lâmpadas instaladas no local de implementação. O estudo dos consumos elétricos de toda a iluminação está representado na Tabela 2.

Tabela 2 – Estudo do consumo elétrico da iluminação do local de implementação

Piso 2				Piso 3			
Canal	Quant.	Tipo de lâmpada	Consumo (W)	Canal	Quant.	Tipo de lâmpada	Consumo (W)
1	6	LED T8 Tube 1.20m	108	1	6	LED Lamp	42
2	6	LED T8 Tube 1.20m	108	3	8	LED T8 Tube 0.60m	72
3	7	LED T8 Tube 1.20m	126	4	8	LED T8 Tube 0.60m	72
4	7	LED T8 Tube 1.20m	126	5	16	LED T8 Tube 0.60m	144
5	8	LED T8 Tube 0.60m	72	6	16	LED T8 Tube 0.60m	144
6	8	LED T8 Tube 0.60m	72			Consumo Total (W)	474
7	6	LED Lamp	42				
9	8	LED T8 Tube 0.60m	72				
10	8	LED T8 Tube 0.60m	72				

11	8	LED T8 Tube 0.60m	72
12	8	LED T8 Tube 0.60m	72
13	8	LED T8 Tube 0.60m	72
14	8	LED T8 Tube 0.60m	72
15	7	LED T8 Tube 1.20m	126
16	7	LED T8 Tube 1.20m	126
Consumo Total (W)			1338

Com este estudo foi possível eliminar alguns problemas para a posterior instalação, já que o consumo é, em geral, relativamente baixo em relação ao consumo que se poderia ter caso a iluminação fosse de outro tipo que não LED. Concluiu-se que as lâmpadas equipadas no piso 2 tinha um total de 1338 Watts de potência e, no piso dois, um total de 474 Watts de potência, contabilizando um total de 1812 Watts caso toda a iluminação do local de implementação esteja ligada. Como este consumo é relativamente baixo, é possível fazer um reajustamento no quadro elétrico de forma a reduzir as saídas a utilizar no atuador, permitindo que a escolha do mesmo seja mais considerada e com um custo inferior.

Este redimensionamento foi feito da forma mais conveniente, juntando canais de iluminação por “ilhas”, ou seja, por exemplo, as luminárias identificadas com os números 3 e 4, como se pode ver na Figura 54, como têm uma potência combinada de apenas 252W, podem-se converger a um circuito elétrico, eliminando assim uma saída. O mesmo se fez para vários circuitos elétricos, sendo que, depois do redimensionamento, passou-se a ter apenas oito canais no piso 2 e seis canais no piso 3. No piso 3 não se fizeram quaisquer alterações pelo simples facto de estes circuitos estarem já bem distribuídos. O resultado final deste redimensionamento pode-se verificar na Figura 55.

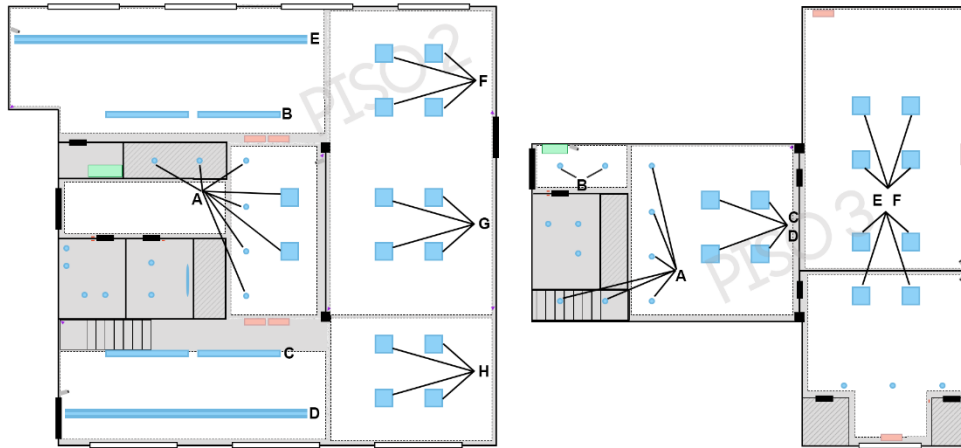


Figura 55 – Redimensionamento da distribuição da iluminação no local de implementação  
Explicando melhor as alterações a fazer no quadro elétrico após a sua reestruturação, são as seguintes:

**Piso 2:**

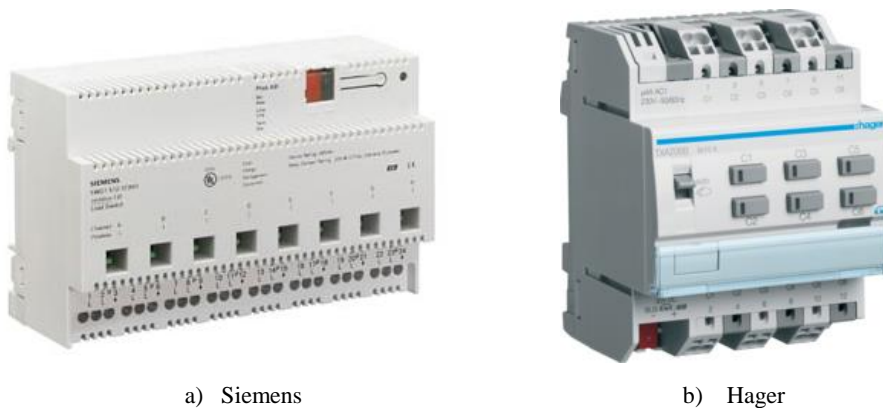
- Canal A composto pelos circuitos elétricos 7, 11 e 12.
- Canal B composto pelo circuito elétrico 1.
- Canal C composto pelo circuito elétrico 2.
- Canal D composto pelos circuitos elétricos 3 e 4.
- Canal E composto pelos circuitos elétricos 15 e 16.
- Canal F composto pelos circuitos elétricos 13 e 14.
- Canal G composto pelos circuitos elétricos 9 e 10.
- Canal H composto pelos circuitos elétricos 5 e 6.

**Piso 3:**

- Canal A composto pelo circuito elétrico 1.
- Canal B composto pelo circuito elétrico 2.
- Canal C composto pelo circuito elétrico 3.

- Canal D composto pelo circuito elétrico 4.
- Canal E composto pelo circuito elétrico 5.
- Canal F composto pelo circuito elétrico 6.

Como se pode verificar, no piso 3 não houve qualquer alteração, pois não era necessário redimensionar, tendo já seis saídas. Depois do redimensionamento da instalação da iluminação, procedeu-se à escolha dos componentes KNX a utilizar como atuadores. Como a solução foi redimensionada para ter apenas oito saídas no Piso 2 e seis saídas no Piso 3, é necessário utilizar um atuador de oito saídas e um de seis, tal como serão mencionados de seguida. Os atuadores escolhidos foram o Load Switch N512-1AB01, da Siemens, para o Piso 2, e o TXA206B, da Hager, para o Piso 3, tal como se podem verificar na Figura 56.



a) Siemens

b) Hager

Figura 56 – Atuadores KNX para a iluminação [31]

O Load Switch N512-1AB01 é um atuador de calha DIN da Siemens de oito saídas binárias de 16A cada e é o ideal para utilizar na iluminação do piso 2, visto ter sido redimensionado para ter apenas oito saídas. Estas saídas são livres de potencial (contatos secos) e podem ser configuradas para atuar como On/Off e verificar o seu estado. O módulo TXA206B da Hager é idêntico ao módulo da Siemens anteriormente descrito, no entanto, este é constituído apenas por seis saídas, também livres de potencial e binárias, permitindo fazer o On/Off da iluminação do piso 3. Ambos os módulos funcionam com relés que permitem fazer o interface do Bus KNX com cargas elétricas para comandos de ligar ou desligar, sendo também alimentados pelo Bus KNX. A configuração dos módulos faz-se na ferramenta ETS.

Para as divisões do local de implementação em que a iluminação tinha um interruptor, foi considerado que seria mais fácil e rentável utilizar módulos Z-Wave em vez de atuadores KNX. Assim, dependendo das situações que se foram encontrando na instalação da iluminação já existente, foram escolhidos três interruptores On/Off Everlux, da Duwi, para a Cozinha, WC do piso 2 e WC do piso 3 e um micromódulo Single Switch, da Zipato, para a Entrada do piso 2. Estes módulos podem ser visíveis na Figura 57.



Figura 57 – Atuadores Z-Wave para a iluminação [12]

Os interruptores da Duwi substituem os interruptores convencionais de parede, no entanto, com a tecnologia Z-Wave incorporada, podendo ser controladas local e remotamente. Já para a entrada do escritório, foi mais fácil colocar um micromódulo de uma saída nas próprias lâmpadas e o escolhido foi o da Zipato, mas qualquer outro micromódulo Z-Wave de uma saída funcionaria nesta situação.

A pedido da CentralCasa, foi instalado um painel na sala de espera do escritório, designado de painel “Welcome” (ou *Welcome Sign*), pois é um painel com um design futurista com um letreiro com a palavra “Welcome”. Por trás desse painel foi implementado um sistema de iluminação com seis luminárias tubulares LED, idênticas às já instaladas em todo o escritório. Estas seis luzes têm um baixo consumo e, para o seu controlo, é necessário conectar um micromódulo capaz de as atuar. Como as lâmpadas LED têm um alto consumo ao ligar, por precaução, foi escolhido o micromódulo Dimmer, Qubino. Este micromódulo está representado na Figura 58.



Figura 58 – Micromódulo Dimmer, da Qubino, para o placar “Welcome” [12]

Este micromódulo deverá ser configurado de forma a trabalhar como um atuador On/Off, pois caso fosse utilizado, de forma a evitar possíveis avarias, pois um micromódulo de uma saída (On/Off) pode não aguentar com a potência de arranque do sistema de iluminação constituído pelas seis lâmpadas LED:

#### 3.4.4. RETENTORES ELETROMAGNÉTICOS

O local de implementação tem divisões com portas maciças de metal de cortafogo que protegem os cofres, entradas e armazens. Cada uma destas portas tem um retentor eletromagnético que serve para fazer com que a porta seja mantida aberta. Na Figura 59 pode-se verificar o local de cada um destes retentores, assinalados com cor azul, num total de seis retentores.

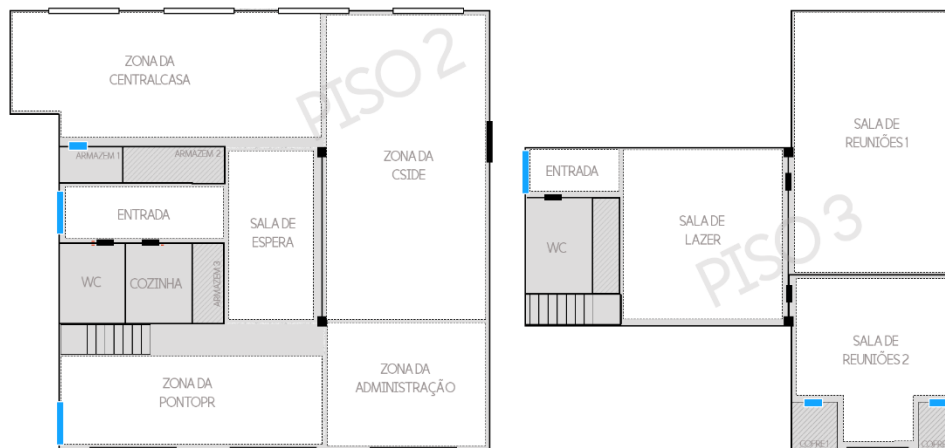


Figura 59 – Retentores eletromagnéticos das portas do local de implementação

Estes retentores são pequenos dispositivos eletromagnéticos que, ao serem alimentados, funcionam como um ímã e, como as portas são de metal, servem de travão a um determinado ângulo, neste caso, fazem a retenção da porta quando esta está aberta. [40] O objetivo destes retentores é assegurar o fecho da porta

com o corte de corrente elétrica que pode suceder em casos de emergência como, por exemplo, um incêndio no edifício. Assim, a retenção eletromagnética das portas só é feita quando estes recebem corrente elétrica, caso contrário, os retentores desligam e as portas, conseqüentemente, fecham, permitindo desenvolver futuros cenários para dar mais segurança ao local de implementação.

Para controlar estes retentores foi necessário recorrer a um atuador KNX de seis saídas e, para o efeito, foi escolhido o ACTinBOX MAX6, da Zennio, representado na Figura 60.



Figura 60 – Atuador KNX para a retenção eletromagnética de portas

Este atuador tem a particularidade de ocupar apenas dois espaços na calha DIN, ao invés de ocupar seis, como é habitual nos atuadores de seis saídas. É constituído por seis saídas de 10A cada e, tal como qualquer outro módulo KNX, alimentado pelo barramento (Bus KNX) e tem funções lógicas avançadas incorporadas que permitem inúmeras configurações possíveis.

### **3.4.5. INTERFACE DE CONTROLO**

O controlo local de toda a iluminação é um aspeto importante, visto que a maior parte da iluminação não tem qualquer interface físico visível para atuação das luzes, a não ser no interior do quadro elétrico. Assim, de forma a dar mais robustez e simplicidade ao sistema, decidiu-se utilizar um dispositivo tátil centralizado em cada um dos pisos. O dispositivo selecionado foi o InZennio Z38, da Zennio, representado na Figura 61.



Figura 61 – Interface InZennio Z38 para controlo da iluminação [29]

O InZennio Z38 é um dispositivo KNX tátil configurável que serve de interface entre o utilizador e o atuador. Serão utilizados um em cada piso, mais especificamente, um na parte exterior de cada quadro elétrico.

Para o controlo total do sistema, como é uma solução híbrida que passa pela utilização do controlador da Zipato, já descrito anteriormente, o interface virtual a ser utilizado é o MyZipato, já mencionado no capítulo anterior, mais precisamente, na secção 2.3.5, fazendo com que qualquer dispositivo instalado no local de implementação, seja Z-Wave ou KNX, possa ser controlado remotamente com recurso a qualquer dispositivo com ligação à Internet.

### 3.4.6. CLIMATIZAÇÃO

Para a climatização foi considerado mais rentável e de fácil instalação e configuração utilizar módulos Z-Wave. Considerando que o controlo dos ACs deve ser feito de uma forma quase uniforme no piso 2 por ser um espaço aberto, e em separado no piso 3, visto que a climatização é feita apenas nas salas de reuniões. Assim, como se pôde verificar na Figura 50, evidenciada no subcapítulo 3.1, existem quatro dispositivos de ar condicionado no piso 2 e três no piso 3. Estes ACs são controlados por um comando remoto de infravermelhos e, para ser possível controlar remotamente, foi necessário recorrer ao IR Extender ZXT-120, da Zipato, já mencionado na secção 2.3.3.

Este dispositivo tem a capacidade para controlar mais do que um AC ao mesmo tempo e, para este sistema, o ideal é fazer conjuntos de ACs de forma a diminuir o número de dispositivos a utilizar. Para poder controlar mais do que um AC, é necessário conetar um *blaster* ao ZXT-120, ou seja, um extensor de emissão de

infravermelhos. Na Figura 62 estão representados o IR Extender ZXT-120, da Zipato, e um *blaster* extensor de emissão de infravermelhos capaz de controlar três dispositivos.

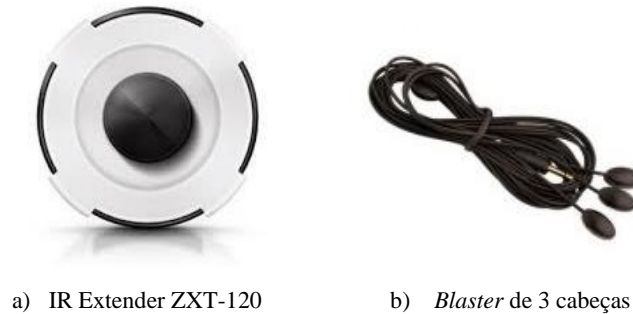


Figura 62 – Dispositivos para controlo IR para a climatização [12]

No total, o local de implementação conta com sete dispositivos de ar condicionado, no entanto, os que se situam no piso 2 podem-se subdividir em dois grupos de dois, tal como acontece com os ACs situados na sala de reuniões maior, do piso 3. Este redimensionamento da climatização pode-se verificar na Figura 63.

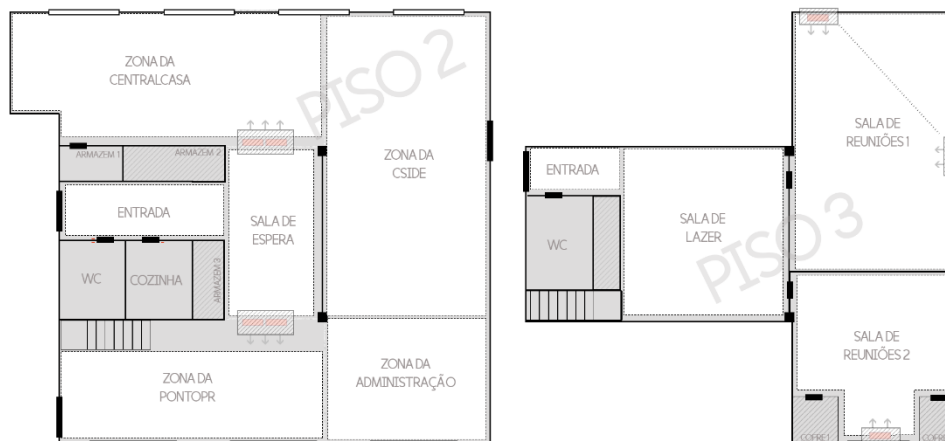


Figura 63 – Redimensionamento da climatização

Assim, o sistema de climatização dividiu-se em quatro grupos distintos:

- AC Traseiras – Composto pelos dois ACs que estão virados para as traseiras do edifício, situados perto das zonas CentralCasa e Cside.

- AC Rio – Composto pelos dois ACs que estão virados para a frente do edifício (do lado do Rio Douro), situados perto das zonas PontoPR e Administração.
- AC Sala Reuniões 1 – Composto pelos dois ACs situados na sala de reuniões grande (Sala de Reuniões 1).
- AC Sala Reuniões 2 – Composto pelo AC situado na sala de reuniões pequena (Sala de Reuniões 2).

Apesar do IR Extender ser um dispositivo capaz de enviar informação através de infravermelhos e medir a temperatura ambiente, são necessários alguns termóstatos para fazer o controlo da temperatura requerida. Para isso há duas hipóteses: um termóstato físico ou um termóstato virtual. Enquanto que o termóstato físico é um dispositivo físico de controlo de temperatura que se pode colocar numa parede, embutir num AC ou num local liso, um termóstato virtual é um dispositivo virtual adicionado e configurado no interface do controlador, fazendo com que o controlo se faça apenas recorrendo a esse controlador remotamente, sendo que o termóstato físico também permite o controlo local da temperatura. Assim, foi necessário definir a quantidade de termóstatos físicos e virtuais a utilizar. Decidiu-se utilizar apenas dois termóstatos físicos: um para todos os ACs do Piso 2 (AC Rio e AC Traseiras) e um para o AC Sala Reuniões 1; e um termóstato virtual para o AC Sala Reuniões 2, por ser menos utilizado. O termóstato escolhido foi o SRT-321, da Secure, um termóstato Z-Wave sem fios, representado na Figura 64.



Figura 64 – Termóstato SRT-321 da Secure para controlo da temperatura [12]

### 3.5. ORÇAMENTO

Após a escolha de todos os componentes para este sistema de domótica, foi feito um somatório de todos os custos associados. O orçamento apresentado na Tabela XX foi calculado com recurso aos preços listados na plataforma EuroX10 e MyKNXStore. [8][27]

Tabela 3 – Orçamento para implementação do sistema

Nome	Fabricante	Quant.	Preço (€)	Total (€)
Controlador				
Zipabox	Zipato	1	159,20	159,20
Expansion KNX for Zipabox	Zipato	1	129,00	129,00
			Total	288,20
Alimentação e Comunicação KNX				
KNX/IP Router 750	Weinzierl	1	149,00	149,00
ZPS 160M - Power Supply	Zennio	1	137,00	137,00
			Total	286,00
Iluminação				
TXA206B - 6x Binary Channels	Hager	1	215,96	215,96
EIB Lastschalter N 512-1AB01	Siemens	1	440,00	440,00
Flush Dimmer	Qubino	1	59,90	59,90
Interruptor On/Off Everlux	Duwi	2	64,89	129,78
Single Switch	Zipato	1	59,00	59,00
			Total	904,64
Retenção de Portas				
ACTinBox MAX6	Zennio	1	187,00	187,00
			Total	187,00
Interface de Controlo				
InZennio Z38 - Touch Panel KNX	Zennio	2	206,00	412,00
			Total	412,00
Climatização				
IR Extender ZXT-120	Zipato	4	79,00	316,00
SRT-321 Thermostat	Secure	2	88,09	176,18
			Total	492,18
<b>Total</b>				<b>2 570,02</b>

Grande parte destes componentes fazem parte do *stock* da CentralCasa, devido à constante venda deste tipo de componentes na plataforma EuroX10 e à componente de projetos KNX da empresa, no entanto, como foi feito um

orçamento tendo em conta o preço de cada componente no mercado, deu um total de 2570,02 €.

## 4. IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Neste capítulo serão abordados todos os procedimentos da implementação do sistema de domótica em estudo. Serão descritos os motivos de certas configurações e os passos feitos na instalação de cada componente do sistema. A configuração de cada um dos dispositivos implementados no sistema será um ponto fulcral deste capítulo, pelo que será feita uma análise às escolhas feitas após a projecção de todo o sistema, tal como foi descrita no capítulo anterior. Além da instalação do sistema, quer KNX, quer Z-Wave, serão identificados os cenários do sistema e o controlo por voz.

De forma a perceber algumas nomenclaturas mencionadas neste capítulo, a Figura 65 representa a numeração de cada ponto de controlo do local de implementação. Estes pontos de controlo podem ser pontos de iluminação, nomeadamente dos grupos de luzes feitos depois da redistribuição feita na secção 3.4.3, grupos de ACs, redistribuídos na secção 3.4.6 ou retentores eletromagnéticos das portas, já mencionados na secção 3.4.4.

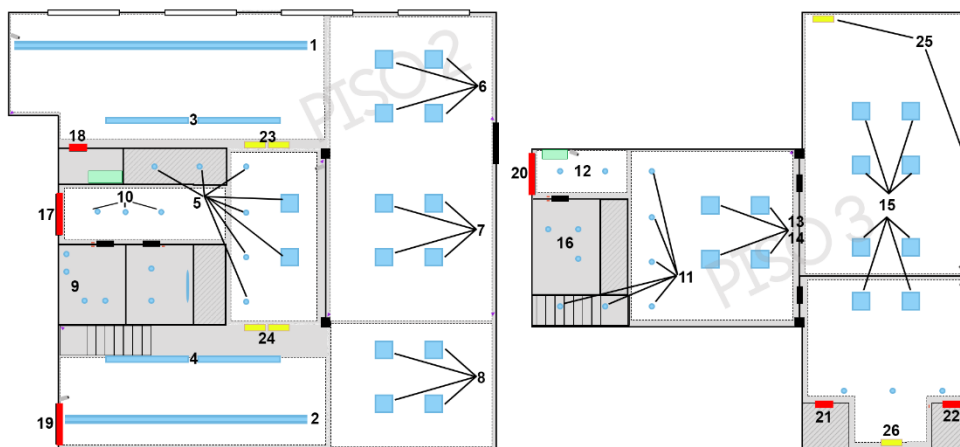


Figura 65 – Nomenclatura dos componentes a utilizar no sistema

De seguida, na Tabela 4, é feita a legendagem associada à numeração dos componentes representados na Figura 65, dando informação sobre o nome dado, tipo e número associado, de cada dispositivo.

Tabela 4 – Nomenclatura de dispositivos de legenda da Figura 65

#	Nome dado ao dispositivo
Iluminação	
1	2nd Floor - High Back Lights
2	2nd Floor - High River Lights
3	2nd Floor - Top Back Lights
4	2nd Floor - Top River Lights
5	2nd Floor - Waiting Lights
6	2nd Floor - Back Lights
7	2nd Floor - Center Lights
8	2nd Floor - Administration Lights
9	2nd Floor - Toilet Lights
10	2nd Floor - Entrance Lights
11	3rd Floor - Cup Lights
12	3rd Floor - Entrance Lights
13	3rd Floor - Fun Lights 1
14	3rd Floor - Fun Lights 2
15	3rd Floor - Reunion Lights
16	3rd Floor - Toilet Lights
Retentores de porta	
17	RT Entrance 2nd Floor
18	RT Workshop Storage
19	RT River
20	RT Entrance 3rd Floor
21	RT Safe #1
22	RT Safe #2
Climatização	
23	AC Back

24	AC River
25	AC Reunion #1
26	AC Reunion #2

## **4.1. INSTALAÇÃO KNX**

Neste subcapítulo serão abordados alguns procedimentos efetuados para a instalação de parte do sistema de domótica híbrido, nomeadamente, da parte do sistema composto por dispositivos KNX. As instalações foram separadas dois quadros elétricos diferentes: quadro elétrico grande (QEG), situado no piso 2, e quadro elétrico pequeno (QEP). Estas instalações incluem a iluminação, retenção de portas, controlo centralizado e será abordada a configuração de cada dispositivo.

### **4.1.1. QUADRO ELÉTRICO**

No capítulo anterior, mais precisamente na secção 3.4.3, foi dado a conhecer o estado da instalação elétrica relativa à iluminação presente no local de implementação e foi desenvolvida uma nova distribuição dos canais da iluminação de forma a reduzir o número de saídas para os atuadores. Após esta redistribuição, considerou-se que um atuador KNX de oito saídas seria utilizado para implementar o sistema no Piso 2, sendo que foi selecionado o Load Switch N512-1AB01, da Siemens, e um atuador de seis saídas para o Piso 3, sendo que foi selecionado o TXA206B, da Hager. Estes atuadores vão ser adicionados ao QEG e ao QEP, respectivamente.

No piso 2, o QEG tinha bastante espaço disponível, já que continha um pequeno quadro com um sistema de alarme antigo, o qual foi removido. Com esse espaço, implementou-se parte do sistema KNX, onde se colocou a fonte de alimentação, o módulo de comunicação e o atuador de oito saídas. Como o módulo de comunicação do sistema KNX tem que ser alimentado com uma fonte externa de 12-24 VAC ou 12-30 VDC, foi também instalada uma fonte de alimentação para o efeito.

Foi implementada a fonte de alimentação Zennio ZPS160M que é alimentada com 230V AC 50Hz de entrada e tem uma saída de 29VDC SELV, ou seja, o barramento KNX (Bus KNX) para todo o sistema. O módulo de comunicação

KNX/IP Router 750 da Weinzierl, além de ser alimentado através de uma fonte externa, como já mencionado no parágrafo anterior, é também alimentada e incluída na rede através do barramento KNX. Já o atuador de oito saídas da Siemens, o Load Switch N512, além de ser alimentado pelo barramento, cada uma das saídas é alimentada com 230V AC 50Hz, dando assim tensão às cargas a ligar nas saídas. A fonte de alimentação é o dispositivo que dá início à rede KNX, providenciando o barramento a utilizar nos dispositivos a incluir. No caso deste sistema, não será necessária outra fonte de alimentação, pelo que o barramento é suficiente para todo o sistema. O projeto de configuração de cada um dos dispositivos foi efetuado na ferramenta ETS e, para enviar toda a informação aos dispositivos acerca da forma como vão atuar na rede, utiliza-se comunicação TCP através do KNX/IP Router 750 da Weinzierl. Através da utilização de um atuador de seis saídas, como já foi verificado anteriormente, é possível controlar os retentores eletromagnéticos instalados. Para tal, foi implementado o ACTinBOX MAX6, da Zennio, sendo este conectado a cada um dos retentores eletromagnéticos. Para centralizar o controlo de todos os atuadores num único painel tátil, instalou-se, na parte exterior do quadro elétrico, o InZennio Z38i, da Zennio, de forma a ter uma interface de controlo fácil e acessível. Todos estes componentes foram implementados de acordo com a Figura 66, onde está apresentado o esquema de montagem do sistema KNX para o piso 2.

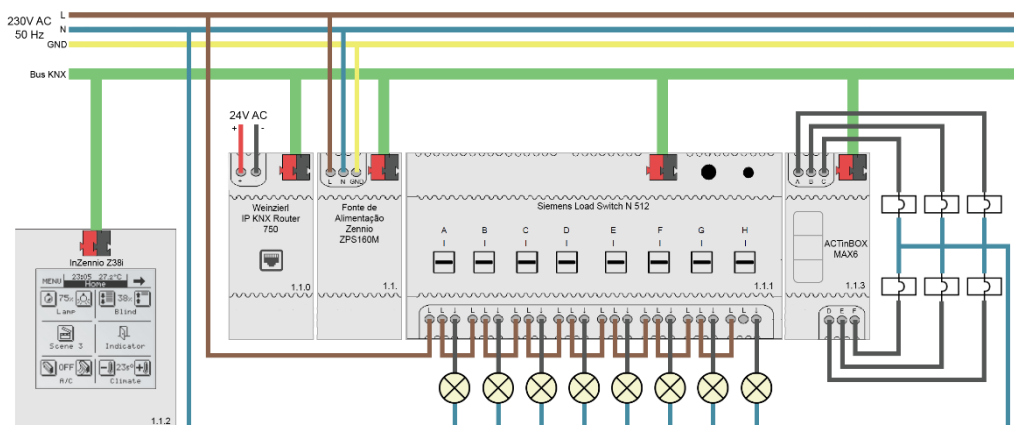


Figura 66 – Esquema de montagem do sistema KNX instalado no QEG

Cada dispositivo está identificado com um endereço: 1.1. para a fonte de alimentação Zennio ZPS160M, 1.1.0 para o KNX/IP Router 750, 1.1.1 para o

atuador de oito saídas, Siemens Load Switch N512, 1.1.2 para o painel tátil InZennio Z38i, da Zennio, e 1.1.3. para o atuador de seis saídas para os retores eletromagnéticos, ACTinBOX MAX6, da Zennio.

Já no piso 3, foram colocados os três dispositivos que restavam para a instalação do sistema KNX: o atuador de seis saídas para a iluminação, o adaptador KNX para a Zipabox, e um painel tátil idêntico ao utilizado no piso 2. Tendo em conta que o barramento KNX é o mesmo que foi utilizado no piso 2, proveniente da fonte de alimentação aplicada ao QEG, todos os dispositivos adicionados no QEP farão parte da rede do sistema KNX. Para a iluminação do piso 3, foi instalado, em calha DIN, o atuador de seis saídas da Hager, o TXA206B, que recebe 230VAC de entrada e alimenta cada um dos circuitos de iluminação como canais, tal como foi demonstrado na secção 3.4.3. De forma a ter um acesso fácil e rápido a todos os atuadores do sistema, sejam do piso 2 ou piso 3, foi implementado um painel tátil idêntico ao utilizado no piso 2, o InZennio Z38, da Zennio, no exterior do quadro elétrico. De forma a tornar este sistema híbrido, foi necessário recorrer ao adaptador KNX para a Zipabox, da Zipato, que é um controlador Z-Wave. Este controlador, com o adaptador em questão, consegue controlar de forma centralizada qualquer dispositivo adicionado à rede, seja este Z-Wave ou KNX, pois o adaptador é conectado ao barramento KNX. Na Figura 67 está representado o esquema de montagem do sistema KNX no quadro elétrico do piso 3, com todos os dispositivos anteriormente descritos.

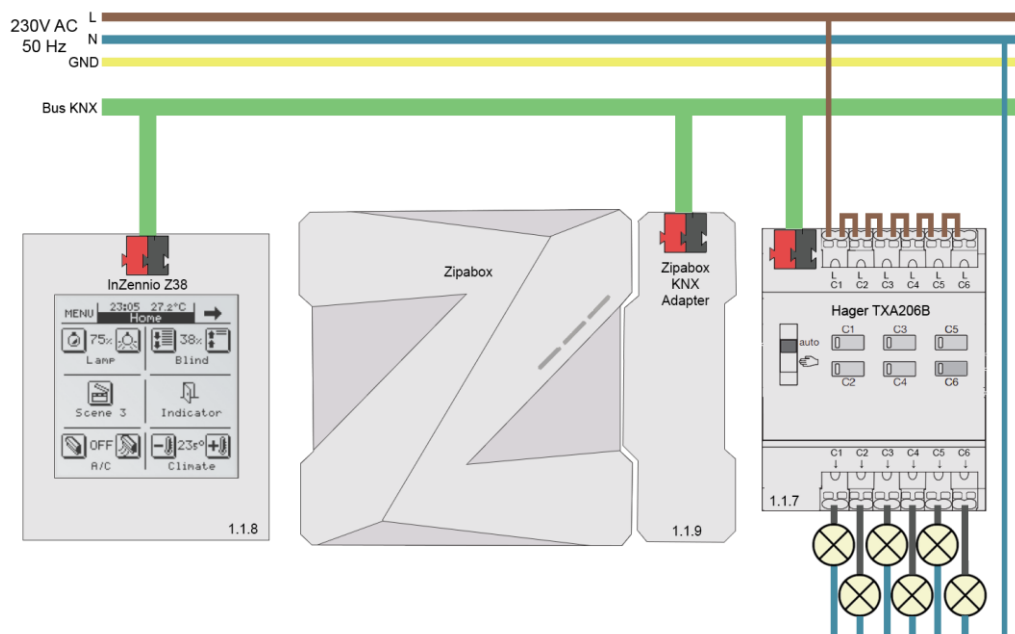


Figura 67 – Esquema de montagem do sistema KNX instalado no QEP

Cada um destes dispositivos, tal como acontece nos dispositivos instalados no QEG, estão identificados com um endereço, sendo que o atuador de seis saídas TXA206B, da Hager, está endereçado como 1.1.7, o painel tátil InZennio Z38, da Zennio, como 1.1.8 e o adaptador KNX para a Zipabox como 1.1.9.

#### 4.1.2. CONFIGURAÇÃO

A configuração de um dispositivo é a forma como o utilizador quer que funcione dentro da rede. No caso do sistema implementado, a configuração é de extrema importância e, para isso, recorreu-se à ferramenta ETS, onde se projetou todo o sistema. Nesta secção é feita a configuração de cada dispositivo.

Inicialmente, na ferramenta ETS, foram criados grupos de dispositivos para uma organização mais fácil, sendo que cada grupo tem o seu próprio endereço. Para este tipo de organização foi necessário escolher endereços de grupo a três níveis. Estes grupos servem para estruturar o projeto, podendo-o dividir por divisões, funções ou tipos de dispositivos, como o utilizador desejar. Estes endereços de grupo estão representados na Figura 68.

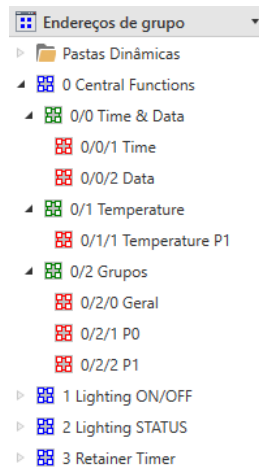


Figura 68 – Endereços de grupo do sistema KNX

Como se pode ver pela Figura 68, o projeto foi dividido em cinco grupos endereçados de 0 a 3, onde o grupo 0, “Central Functions”, representa as funções centrais do sistema, que são tipicamente dados gerais em todo o sistema. Neste caso os dados requeridos são: horário, temperatura e divisões da habitação que, neste caso, consideram-se P0 como sendo o piso 2 e P1 como sendo o piso 3. O grupo 1, denominado por “Lighting ON/OFF”, é o grupo onde se encontram todas as variáveis que vão atuar como interruptores On/Off no sistema. O grupo 2, “Lighting STATUS” é o que representa todas as variáveis de estado de cada um dos interruptores incluídos no grupo 1, de forma a dar esse informação ao utilizador. Por fim, o grupo 3, “Retainer Timer”, refere-se ao grupo onde estão incluídas as variáveis relativas aos retentores eletromagnéticos. Todos os endereços de grupo podem ser consultados no Anexo B.

A estruturação do projeto também é um fator importante para a organização do sistema, pelo que, geralmente, é dividido conforme a arquitetura do local da implementação. A estruturação do sistema KNX implementado no local em estudo, encontra-se na Figura 69.

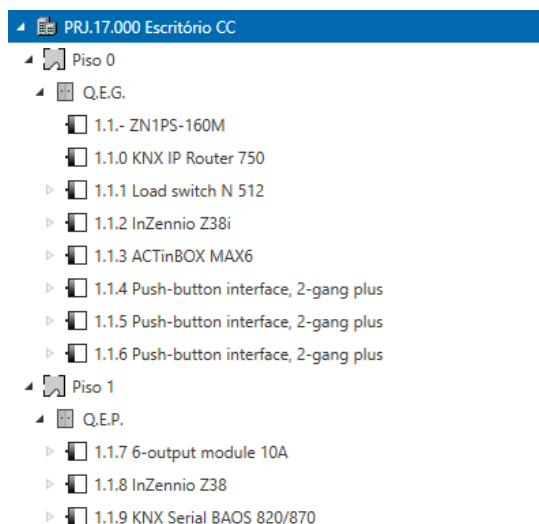


Figura 69 – Endereços de grupo do sistema KNX

Tendo em conta que o local de implementação do sistema em estudo tem dois pisos, este encontra-se dividido entre Piso 0 (piso 2) e Piso 1 (piso 3) e, por norma a nível nacional, cada piso tem um quadro elétrico, designados de QEG e QEP, incluídos dentro dos grupos Piso 0 e Piso 1, respetivamente. Em cada um destes quadros elétricos, estão instalados os respetivos dispositivos, já mencionados anteriormente, e endereçados devidamente.

A configuração do atuador de oito saídas, instalado no QEG, está configurado com duas variáveis para cada canal, sendo que uma delas faz de atuador da saída e outra apresenta o estado dessa mesma saída. O Load Switch N512, da Siemens, foi configurado como tendo oito saídas On/Off e a cada acção foi associado um endereço com uma descrição que permite registar o significado de cada saída. Esta configuração está representada na Figura 70, onde apresenta ainda mais uma série de detalhes acerca da mesma.

Número	Nome ^	Função Objecto	Descrição	Endereço de C	Compr	C	L	E	T	A	Tipo de Da	Priorida
1	Channel A	Status	Entrada	2/1/1	1 bit	C	L	-	T	-	Baixo	
2	Channel A	Switch	Entrada	1/1/1, 0/2/0, C...	1 bit	C	-	E	-	-	Baixo	
4	Channel B	Status	Tecto Rio	2/1/2	1 bit	C	L	-	T	-	Baixo	
3	Channel B	Switch	Tecto Rio	1/1/2, 0/2/0, C...	1 bit	C	-	E	-	-	Baixo	
6	Channel C	Switch	Tecto Trás	1/1/3, 0/2/0, C...	1 bit	C	-	E	-	-	Baixo	
7	Channel C	Status	Tecto Trás	2/1/3	1 bit	C	L	-	T	-	Baixo	
9	Channel D	Switch	Ventilação Rio	1/1/4, 0/2/0, C...	1 bit	C	-	E	-	-	Baixo	
10	Channel D	Status	Ventilação Rio	2/1/4	1 bit	C	L	-	T	-	Baixo	
12	Channel E	Switch	Ventilação Trás	1/1/5, 0/2/0, C...	1 bit	C	-	E	-	-	Baixo	
13	Channel E	Status	Ventilação Trás	2/1/5	1 bit	C	L	-	T	-	Baixo	
15	Channel F	Switch	Administração	1/1/6, 0/2/0, C...	1 bit	C	-	E	-	-	Baixo	
16	Channel F	Status	Administração	2/1/6	1 bit	C	L	-	T	-	Baixo	
18	Channel G	Switch	Centro	1/1/7, 0/2/0, C...	1 bit	C	-	E	-	-	Baixo	
19	Channel G	Status	Centro	2/1/7	1 bit	C	L	-	T	-	Baixo	
21	Channel H	Switch	Trás	1/1/8, 0/2/0, C...	1 bit	C	-	E	-	-	Baixo	
22	Channel H	Status	Trás	2/1/8	1 bit	C	L	-	T	-	Baixo	

Figura 70 – Configuração do Load Switch N512, da Siemens, na ferramenta ETS

Como se pode verificar pela Figura 70 e mencionado anteriormente, dentro do dispositivo em questão, existem ainda dois endereços por canal, totalizando dezasseis. Assim, os canais foram designados para os seguintes circuitos de iluminação:

- A – Entrada (*2nd Floor – Entrance Lights*)
- B – Tecto Rio (*2nd Floor – Top River Lights*)
- C – Tecto Trás (*2nd Floor – Top Back Lights*)
- D – Ventilação Rio (*2nd Floor – High River Lights*)
- E – Ventilação Trás (*2nd Floor – High Back Lights*)
- F – Administração (*2nd Floor – Administration Lights*)
- G – Centro (*2nd Floor – Center Lights*)
- H – Trás (*2nd Floor – Back Lights*)

Como também se pode verificar pela Figura 70, cada uma das variáveis com a função *Switch*, numeradamente, as variáveis 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21, têm um endereço de grupo que as remete para os grupos 0/2 (0/2/0 Geral e 0/2/0 P0) e 1. O mesmo acontece com todas as variáveis com função *Status*, numeradamente, as variáveis 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19 e 22, estão incluídas no grupo 2.

Para atuação dos retentores eletromagnéticos das portas, foi instalado o ACTinBOX MAX6, da Zennio, no QEG. Este dispositivo é um atuador de seis saídas e com um interruptor incorporado para, por exemplo, ativar cenários desenvolvidos em KNX ou controlar estores. Este atuador foi configurado para seis saídas On/Off que vão ativar ou desativar o contato magnético dos retentores. A Figura 71 representa a configuração do ACTinBOX MAX6 no sistema.

Número	Nome ^	Função Objecto	Descrição	Endereço de C	Compr	C	L	E	T	A	Tipo de Da	Priorida
108	[O1] Lock	1=Lock; 0=Unlock			1 bit	C	-	E	-	-	enable, en...	Baixo
96	[O1] ON/OFF	N.C. (0=Close Relay; 1=Open) Retainer 01	3/1/1	3/1/1	1 bit	C	-	E	-	-	switch	Baixo
102	[O1] Status	0=Output OFF; 1=Output ON Retainer 01		3/1/1	1 bit	C	L	-	T	-	switch	Baixo
109	[O2] Lock	1=Lock; 0=Unlock			1 bit	C	-	E	-	-	enable, en...	Baixo
97	[O2] ON/OFF	N.C. (0=Close Relay; 1=Open) Retainer 02	3/1/2	3/1/2	1 bit	C	-	E	-	-	switch	Baixo
103	[O2] Status	0=Output OFF; 1=Output ON Retainer 02		3/1/2	1 bit	C	L	-	T	-	switch	Baixo
110	[O3] Lock	1=Lock; 0=Unlock	Lock	3/1/4	1 bit	C	-	E	-	-	enable	Baixo
98	[O3] ON/OFF	N.C. (0=Close Relay; 1=Open) Retainer 03		3/1/3	1 bit	C	-	E	-	-	switch	Baixo
104	[O3] Status	0=Output OFF; 1=Output ON Retainer 03		3/1/3	1 bit	C	L	-	T	-	switch	Baixo
111	[O4] Lock	1=Lock; 0=Unlock			1 bit	C	-	E	-	-	enable	Baixo
99	[O4] ON/OFF	N.C. (0=Close Relay; 1=Open) Retainer 04	3/2/1	3/2/1	1 bit	C	-	E	-	-	switch	Baixo
105	[O4] Status	0=Output OFF; 1=Output ON Retainer 04		3/2/1	1 bit	C	L	-	T	-	switch	Baixo
112	[O5] Lock	1=Lock; 0=Unlock			1 bit	C	-	E	-	-	enable, en...	Baixo
100	[O5] ON/OFF	N.C. (0=Close Relay; 1=Open) Retainer 05	3/2/2	3/2/2	1 bit	C	-	E	-	-	switch	Baixo
106	[O5] Status	0=Output OFF; 1=Output ON Retainer 05		3/2/2	1 bit	C	L	-	T	-	switch	Baixo
113	[O6] Lock	1=Lock; 0=Unlock			1 bit	C	-	E	-	-	enable, en...	Baixo
101	[O6] ON/OFF	N.C. (0=Close Relay; 1=Open) Retainer 06	3/2/3	3/2/3	1 bit	C	-	E	-	-	switch	Baixo
107	[O6] Status	0=Output OFF; 1=Output ON Retainer 06		3/2/3	1 bit	C	L	-	T	-	switch	Baixo
153	Reset 0	Voltage Recovery->Sending...			1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
154	Reset 1	Voltage Recovery->Sending...			1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
0	Scenes (Individual Outputs)	0-63(Run 1-64); 128-191(Learn)			1 byte	C	-	E	-	-		Baixo
1	Scenes (Shutter Channels)	0-63(Run 1-64); 128-191(Learn)			1 byte	C	-	E	-	-		Baixo

Figura 71 – Configuração do ACTinBOX MAX6, da Zennio, na ferramenta ETS

O ACTinBOX MAX6, apresenta, tal como se pode verificar pela Figura 71, uma série de variáveis para cada saída. Por cada saída existem três variáveis: *Lock*, *On/Off* e *Status*, sendo que o *Lock* serve para bloquear o estado da saída em aberto ou fechado, não sendo necessário para o sistema implementado a não ser para o retentor *RT Workshop Storage* que deve estar sempre ligado, a variável *On/Off* de cada saída está configurada para NC, de forma a que os retentores eletromagnéticos estejam sempre em funcionamento para prender as portas. Por fim, o *Status*, o estado de cada retentor, é também mencionado na configuração de forma a saber quando este liga ou desliga. Como foi dito anteriormente, este dispositivo permite também o controlo de estores através de cenários, variáveis essas que não foram utilizadas, tal como as variáveis de reinício do sistema em caso de corte da corrente elétrica. As saídas foram designadas para os seguintes retentores eletromagnéticos:

- O1 – Retainer 01 (*RT Entrance 2nd Floor*)
- O2 – Retainer 02 (*RT River*)
- O3 – Retainer 03 (*RT Workshop Storage*)
- O4 – Retainer 04 (*RT Entrance 3rd Floor*)
- O5 – Retainer 05 (*RT Safe #1*)
- O6 – Retainer 06 (*RT Safe #2*)

Estas variáveis estão endereçadas para o grupo 3, sendo que enquanto que as variáveis das saídas onde os retores eletromagnéticos fazem parte do piso 2, identificadas pelos números 96, 102, 97, 103, 110, 98 e 104, estão endereçadas para o grupo 3/1, as variáveis relativas aos retores eletromagnéticos instalados no piso 3, ou seja, as variáveis 99, 105, 100, 106, 101 e 107, estão endereçadas para o grupo 3/2.

O atuador de seis saídas colocado no QEP, TXA206B da Hager, tem inúmeras hipóteses de configuração. Foi instalado de forma a que as saídas possam ser utilizados como On/Off de circuitos de iluminação, conforme mencionados na secção 3.4.3 desta dissertação. Este dispositivo tem uma configuração mais complexa, disponibilizando muita informação sobre cada saída ao utilizador. A configuração deste dispositivo está representada na Figura 72.

Número	Nome ^	Função Objecto	Descrição	Endereço de C	Compr	C	L	E	T	A	Tipo de Da	Priorida
70	All outputs	Maintenance			2 bytes	C	L	-	T	A		Baixo
4	Output 1	Status indication	Light 01	2/2/1	1 bit	C	L	-	T	A		Baixo
2	Output 1	Priority			2 bit	C	L	E	-	A		Baixo
0	Output 1	ON/OFF	Light 01	1/3/1, 0/2/0, L...	1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
32	Output 1	Jamming			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
37	Output 1	Time limited toggle switch			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
3	Output 1	Scene			1 byte	C	L	E	-	A		Baixo
1	Output 1	Timer			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
9	Output 2	Status indication	Light 02	2/2/2	1 bit	C	L	-	T	A		Baixo
8	Output 2	Scene			1 byte	C	L	E	-	A		Baixo
6	Output 2	Timer			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
43	Output 2	Time limited toggle switch			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
38	Output 2	Jamming			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
5	Output 2	ON/OFF	Light 02	1/3/2, 0/2/0, L...	1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
7	Output 2	Priority			2 bit	C	L	E	-	A		Baixo
13	Output 3	Scene			1 byte	C	L	E	-	A		Baixo
14	Output 3	Status indication	Light 03	2/2/3	1 bit	C	L	-	T	A		Baixo
10	Output 3	ON/OFF	Light 03	1/3/3, 0/2/0, L...	1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
44	Output 3	Jamming			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
12	Output 3	Priority			2 bit	C	L	E	-	A		Baixo
49	Output 3	Time limited toggle switch			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
11	Output 3	Timer			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
19	Output 4	Status indication	Light 04	2/2/4	1 bit	C	L	-	T	A		Baixo
17	Output 4	Priority			2 bit	C	L	E	-	A		Baixo
18	Output 4	Scene			1 byte	C	L	E	-	A		Baixo
15	Output 4	ON/OFF	Light 04	1/3/4, 0/2/0, L...	1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
55	Output 4	Time limited toggle switch			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
16	Output 4	Timer			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
50	Output 4	Jamming			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
21	Output 5	Timer			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
61	Output 5	Time limited toggle switch			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
56	Output 5	Jamming			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
20	Output 5	ON/OFF	Light 05	1/3/5, 0/2/0, L...	1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
22	Output 5	Priority			2 bit	C	L	E	-	A		Baixo
24	Output 5	Status indication	Light 05	2/2/5	1 bit	C	L	-	T	A		Baixo
23	Output 5	Scene			1 byte	C	L	E	-	A		Baixo
27	Output 6	Priority			2 bit	C	L	E	-	A		Baixo
25	Output 6	ON/OFF	Light 06	1/3/6, 0/2/0, L...	1 bit	C	L	E	-	A		Baixo
62	Output 6	Jamming			1 bit	C	L	E	-	A		Baixo

Figura 72 – Configuração do TXA206B, da Hager, na ferramenta ETS

Cada saída deste dispositivo, tem associado um total de sete variáveis, sendo elas: *Timer*, *Jamming*, *Time limited toggle switch*, *ON/OFF*, *Priority*, *Status*

*indication* e *Priority*. Para a instalação do sistema em estudo, pretende-se que as saídas funcionem apenas como On/Off, portanto, de todas as variáveis, utilizaram-se as variáveis ON/OFF e *Status indication*, de forma a saber o estado de cada saída. As outras variáveis levam a crer que o dispositivo é bastante versátil e pode controlar seis saídas de diferentes formas, no entanto este sistema não permite aprofundar todas as funcionalidades do TXA206B. Assim, as saídas, configuradas como On/Off, foram designadas para os seguintes circuitos de iluminação:

- *Output 1 – Light 01 (3rd Floor – Cup Lights)*
- *Output 2 – Light 02 (3rd Floor – Entrance Lights)*
- *Output 3 – Light 03 (3rd Floor – Fun Lights 1)*
- *Output 4 – Light 04 (3rd Floor – Fun Lights 2)*
- *Output 5 – Light 05 (3rd Floor – Reunion Lights 1)*
- *Output 6 – Light 06 (3rd Floor – Reunion Lights 2)*

Tal como foram endereçadas as saídas dos atuadores anteriormente descritos, as saídas do TXA206B também foram endereçadas conforme a estruturação feita na projeção do sistema. Para cada saída deste atuador, são utilizadas apenas duas variáveis sendo que as variáveis de On/Off, ou seja, as variáveis 0, 5, 10, 15, 20 e 25 são endereçadas para o grupo 1/3, onde se encontram as variáveis On/Off relativos aos circuitos de iluminação presentes no piso 3, e o estado dessas saídas, as variáveis 4, 9, 14, 19, 24 e 29, estão endereçados para o grupo 2/2, que contém as variáveis de estado dos circuitos de iluminação do piso 3.

Para o controlo, foi utilizado o InZennio Z38i no piso 2 e o InZennio Z38 no piso 3. Ambos têm uma configuração idêntica, no entanto, cada um controla os circuitos de iluminação do piso em que se encontram. Assim, a configuração do InZennio Z38i, instalado no QEG, está representada na Figura 73.

Número	Nome ^	Função Objecto	Descrição	Endereço de C	Compr	C	L	E	T	A	Tipo de Da	Priorida
1	a) [General] Date	Current Date	Data	0/0/2	3 bytes	C	-	E	T	-	date	Baixo
4	a) [General] Display Lighting	1=Light the Display;0=NoAc...			1 bit	C	-	E	-	-		Baixo
2	a) [General] Scenes	One only object used by de...			1 byte	C	-	-	T	-		Baixo
3	a) [General] Temperature	Internal sensor value	Temperature P0	1/3/7	2 bytes	C	L	-	T	-	temperatu...	Baixo
0	a) [General] Time	Current Time	Time	0/0/1	3 bytes	C	-	E	T	-	time of day	Baixo
5	a) [General] Touch Block	1=Touch Disabled; 0=Touch...			1 bit	C	-	E	-	-		Baixo
18	b) [Home; Box 1] Light Indicator	0=Off; 1=On	Entrada	2/1/1	1 bit	C	-	E	T	A	switch	Baixo
6	b) [Home; Box 1] Light On/Off	0=Off; 1=On	Entrada	1/1/1	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
8	b) [Home; Box 2] Light On/Off	0=Off; 1=On	Geral	0/2/0	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
22	b) [Home; Box 3] Light Indicator	0=Off; 1=On	Tecto Rio	2/1/2	1 bit	C	-	E	T	A	switch	Baixo
10	b) [Home; Box 3] Light On/Off	0=Off; 1=On	Tecto Rio	1/1/2	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
24	b) [Home; Box 4] Light Indicator	0=Off; 1=On	Tecto Trás	2/1/3	1 bit	C	-	E	T	A	switch	Baixo
12	b) [Home; Box 4] Light On/Off	0=Off; 1=On	Tecto Trás	1/1/3	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
26	b) [Home; Box 5] Light Indicator	0=Off; 1=On	Ventilação Rio	2/1/4	1 bit	C	-	E	T	A	switch	Baixo
14	b) [Home; Box 5] Light On/Off	0=Off; 1=On	Ventilação Rio	1/1/4	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
28	b) [Home; Box 6] Light Indicator	0=Off; 1=On	Ventilação Trás	2/1/5	1 bit	C	-	E	T	A	switch	Baixo
16	b) [Home; Box 6] Light On/Off	0=Off; 1=On	Ventilação Trás	1/1/5	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
19	c) [Home 2; Box 1] Light Indicator	0=Off; 1=On	Administração	2/1/6	1 bit	C	-	E	T	A	switch	Baixo
7	c) [Home 2; Box 1] Light On/Off	0=Off; 1=On	Administração	1/1/6	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
9	c) [Home 2; Box 2] Light On/Off	0=Off; 1=On	Geral	0/2/0	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
23	c) [Home 2; Box 3] Light Indicator	0=Off; 1=On	Centro	2/1/7	1 bit	C	-	E	T	A	switch	Baixo
11	c) [Home 2; Box 3] Light On/Off	0=Off; 1=On	Centro	1/1/7	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
25	c) [Home 2; Box 4] Light Indicator	0=Off; 1=On	Trás	2/1/8	1 bit	C	-	E	T	A	switch	Baixo
13	c) [Home 2; Box 4] Light On/Off	0=Off; 1=On	Trás	1/1/8	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
15	c) [Home 2; Box 5] Light On/Off	0=Off; 1=On	P0	0/2/1	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo
17	c) [Home 2; Box 6] Light On/Off	0=Off; 1=On	P1	0/2/2	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Baixo

Figura 73 – Configuração do InZennio Z38i, da Zennio, na ferramenta ETS

A configuração do InZennio Z38i é bastante complexa, no entanto, intuitiva. É um interface dividido por menus, neste sistema, divididos por *Home* e *Home 2*. Cada um destes menus apresenta seis caixas para controlo e estão todos configurados para botões On/Off que vão fazer os atuadores ligar ou desligar as saídas requeridas. Este dispositivo tem capacidades de memória para dar informação sobre a data, o horário e a temperatura ambiente, já que este tem um sensor de temperatura embutido. Estes dados são guardados nas configurações gerais do sistema, sendo que a temperatura é apenas relativa ao piso 2. Para cada uma das caixas é dada a informação sobre o estado do atuador e é apresentado um botão que permite fazer *toggle* entre ligado e desligado. O InZennio Z38i foi configurado para todos os pontos de iluminação, preenchendo dois menus com seis botões cada, tal como se pode verificar na Figura 74.



Figura 74 – Menus e botões configurados no InZennio Z38i

Como haviam doze espaços para apenas oito saídas do atuador, houve a necessidade de preencher os espaços que faltavam. Assim, em ambos os menus foi adicionado um botão chamado “Geral” que liga ou desliga toda a iluminação do local de implementação. Também foram adicionados dois botões extra que permitem ligar ou desligar todas as luzes do piso 2, P0, ou do piso 3, P1.

Para o InZennio Z38, colocado no QEP do piso 3, a configuração é idêntica à do InZennio Z38i, onde é necessário configurar a função de cada caixa presente em cada menu. A configuração deste dispositivo está representada na Figura 75.

Número	Nome *	Função Objecto	Descrição	Endereço de (	Compr	C	L	E	T	A	Tipo de Da	Priorida
1	a) [General] Date	Current Date	Data	0/0/2	3 bytes	C	-	E	T	-		Baixo
4	a) [General] Display Lighting	1=Light the Display;0=NoAc...			1 bit	C	-	E	-	-		Baixo
2	a) [General] Scenes	One only object used by de...			1 byte	C	-	-	T	-		Baixo
3	a) [General] Temperature	Internal sensor value	Temperature P1	0/1/1	2 bytes	C	L	-	T	-		Baixo
0	a) [General] Time	Current Time	Time	0/0/1	3 bytes	C	-	E	T	-		Baixo
5	a) [General] Touch Block	1=Touch Disabled; 0=Touch...			1 bit	C	-	E	-	-		Baixo
18	b) [Home; Box 1] Light Indicator	0=Off; 1=On	Light 01	2/2/1	1 bit	C	-	E	T	A		Baixo
6	b) [Home; Box 1] Light On/Off	0=Off; 1=On	Light 01	1/3/1	1 bit	C	-	-	T	-		Baixo
20	b) [Home; Box 2] Light Indicator	0=Off; 1=On	Light 02	2/2/2	1 bit	C	-	E	T	A		Baixo
8	b) [Home; Box 2] Light On/Off	0=Off; 1=On	Light 02	1/3/2	1 bit	C	-	-	T	-		Baixo
22	b) [Home; Box 3] Light Indicator	0=Off; 1=On	Light 03	2/2/3	1 bit	C	-	E	T	A		Baixo
10	b) [Home; Box 3] Light On/Off	0=Off; 1=On	Light 03	1/3/3	1 bit	C	-	-	T	-		Baixo
24	b) [Home; Box 4] Light Indicator	0=Off; 1=On	Light 04	2/2/4	1 bit	C	-	E	T	A		Baixo
12	b) [Home; Box 4] Light On/Off	0=Off; 1=On	Light 04	1/3/4	1 bit	C	-	-	T	-		Baixo
19	c) [Home 2; Box 1] Light Indicator	0=Off; 1=On	Light 05	2/2/5	1 bit	C	-	E	T	A		Baixo
7	c) [Home 2; Box 1] Light On/Off	0=Off; 1=On	Light 05	1/3/5	1 bit	C	-	-	T	-		Baixo
21	c) [Home 2; Box 2] Light Indicator	0=Off; 1=On	Light 06	2/2/6	1 bit	C	-	E	T	A		Baixo
9	c) [Home 2; Box 2] Light On/Off	0=Off; 1=On	Light 06	1/3/6	1 bit	C	-	-	T	-		Baixo

Figura 75 – Configuração do InZennio Z38, da Zennio, na ferramenta ETS

O InZennio Z38, que também ter um sensor de temperatura embutido, mostra a temperatura ambiente do piso 3, guardada na variável *Temperature P1*. Além da temperatura, data e hora, tal como o InZennio Z38i, apresenta os botões On/Off configurados em caixas de forma a poder ligar ou desligar as luzes do piso 3, sendo que são apenas seis e, portanto, só é apresentado um menu. A apresentação dos botões On/Off neste dispositivo é visível na Figura 76.



Figura 76 – Menus e botões configurados no InZennio Z38

De forma a tornar o sistema atual num sistema híbrido, é necessário fazer a configuração do adaptador KNX para a Zipabox, de forma a que esta consiga aceder à informação do sistema instalado em KNX. Para isso, todos os pontos de controlo implementados nos atuadores devem ser adicionados ao controlador Z-Wave como objetos. A Figura 77 apresenta os objetos adicionados à Zipabox através do adaptador.

Número	Nome *	Função Objecto	Descrição	Endereço de	Compr	C	L	E	T	A	Tipo de Da	Priorida
1	Object 1	DPT 10 - 3 bytes	Time	0/0/1	3 bytes	C	L	E	T	A	time	Baixo
10	Object 10	DPT 01 - 1 bit	Tecto Trás	2/1/3	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
11	Object 11	DPT 01 - 1 bit	Ventilação Rio	1/1/4	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
12	Object 12	DPT 01 - 1 bit	Ventilação Rio	2/1/4	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
13	Object 13	DPT 01 - 1 bit	Ventilação Trás	1/1/5	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
14	Object 14	DPT 01 - 1 bit	Ventilação Trás	2/1/5	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
15	Object 15	DPT 01 - 1 bit	Administração	1/1/6	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
16	Object 16	DPT 01 - 1 bit	Administração	2/1/6	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
17	Object 17	DPT 01 - 1 bit	Centro	1/1/7	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
18	Object 18	DPT 01 - 1 bit	Centro	2/1/7	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
19	Object 19	DPT 01 - 1 bit	Trás	1/1/8	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
2	Object 2	DPT 11 - 3 bytes	Data	0/0/2	3 bytes	C	L	E	T	A	date	Baixo
20	Object 20	DPT 01 - 1 bit	Trás	2/1/8	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
21	Object 21	DPT 01 - 1 bit	Light 01	1/3/1	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
22	Object 22	DPT 01 - 1 bit	Light 01	2/2/1	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
23	Object 23	DPT 01 - 1 bit	Light 02	1/3/2	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
24	Object 24	DPT 01 - 1 bit	Light 02	2/2/2	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
25	Object 25	DPT 01 - 1 bit	Light 03	1/3/3	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
26	Object 26	DPT 01 - 1 bit	Light 03	2/2/3	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
27	Object 27	DPT 01 - 1 bit	Light 04	1/3/4	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
28	Object 28	DPT 01 - 1 bit	Light 04	2/2/4	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
29	Object 29	DPT 01 - 1 bit	Light 05	1/3/5	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
3	Object 3	DPT 09 - 2 bytes	Temperature P0	1/3/7	2 bytes	C	L	E	T	A	2-byte floa...	Baixo
30	Object 30	DPT 01 - 1 bit	Light 05	2/2/5	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
31	Object 31	DPT 01 - 1 bit	Light 06	1/3/6	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
32	Object 32	DPT 01 - 1 bit	Light 06	2/2/6	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
33	Object 33	DPT 01 - 1 bit	Retainer 01	3/1/1	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
34	Object 34	DPT 01 - 1 bit	Retainer 02	3/1/2	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
35	Object 35	DPT 01 - 1 bit	Retainer 03	3/1/3	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
36	Object 36	DPT 01 - 1 bit	Retainer 04	3/2/1	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
37	Object 37	DPT 01 - 1 bit	Retainer 05	3/2/2	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
38	Object 38	DPT 01 - 1 bit	Retainer 06	3/2/3	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
4	Object 4	DPT 09 - 2 bytes	Temperature P1	0/1/1	2 bytes	C	L	E	T	A	2-byte floa...	Baixo
5	Object 5	DPT 01 - 1 bit	Entrada	1/1/1	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
6	Object 6	DPT 01 - 1 bit	Entrada	2/1/1	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
7	Object 7	DPT 01 - 1 bit	Tecto Rio	1/1/2	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
8	Object 8	DPT 01 - 1 bit	Tecto Rio	2/1/2	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo
9	Object 9	DPT 01 - 1 bit	Tecto Trás	1/1/3	1 bit	C	L	E	T	A	1-bit	Baixo

Figura 77 – Configuração do KNX Serial BAOS 820/870 na ferramenta ETS

Este adaptador, denominado de KNX Serial BAOS 820/870 faz com que o controlador Z-Wave, a Zipabox, consiga comunicar com toda a instalação KNX. Como se pode ver pela Figura 77, foram adicionados, à Zipabox, as variáveis On/Off e o estado de cada dispositivo, tal como foram configurados em cada um dos atuadores.

## 4.2. INSTALAÇÃO Z-WAVE

Neste subcapítulo serão abordados alguns procedimentos efetuados para a instalação de parte do sistema de domótica híbrido, nomeadamente, da parte do sistema composto por dispositivos Z-Wave. Serão demonstrados os passos da instalação de dispositivos Z-Wave associados à iluminação, climatização,

### 4.2.1. CONTROLADOR

A Zipabox foi o controlador escolhido para o sistema, de forma a centralizá-lo num só dispositivo de controlo. Este controlador foi instalado no QEP juntamente com o adaptador KNX, o KNX Serial BAOS 820/870, devidamente configurado de forma a receber toda a informação do sistema KNX e, assim, controlar esses dispositivos com Z-Wave, fazendo do sistema um sistema híbrido. Com a instalação deste controlador, é criada uma rede Z-Wave onde se pretende adicionar todos os dispositivos requeridos que funcionem sob o mesmo protocolo. No MyZipato é possível criar divisões e grupos de dispositivos, neste caso, foram divididos por pisos, tal como aconteceu na instalação KNX: Piso 2 e Piso 3.

De forma a poder adicionar ou remover dispositivos do sistema, o interface da Zipabox tem um *Wizard* bastante fácil de utilizar. Depois de instalar um dispositivo Z-Wave, é necessário passar por este processo de adição, onde permite fazer a inclusão de vários tipos de produtos, sejam Z-Wave, KNX ou outro tipo de produtos compatíveis, como se pode verificar na Figura 78.

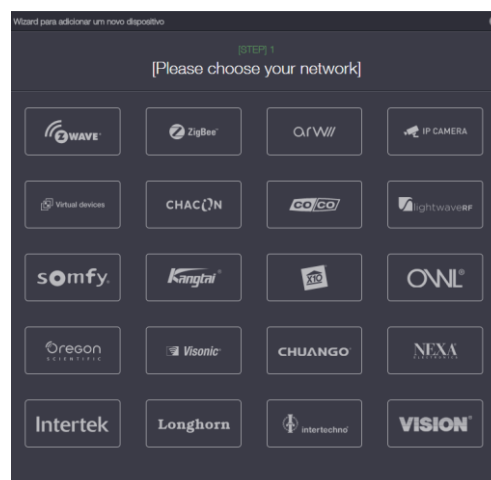


Figura 78 – Wizard de inclusão de um dispositivo no MyZipato

Dependendo do tipo de dispositivo que se pretende incluir ou remover da rede, escolhe-se neste *Wizard* e procede-se com a adição do dispositivo ao sistema e, sempre que se pretende incluir um dispositivo na rede, é necessário fazer este procedimento, no entanto, quando se quer incluir um dispositivo, o MyZipato apresenta uma janela de remoção de um dispositivo, pois se este estiver já incluído num outro controlador, não permite que este seja incluído. Assim, é conveniente remover o dispositivo da rede e só depois da remoção é que o MyZipato permite fazer a inclusão do dispositivo. Caso seja um dispositivo novo ou sem utilização anterior, pode ser feita uma inclusão forçada, passando logo para o passo seguinte. Este procedimento pode-se verificar na Figura 79.

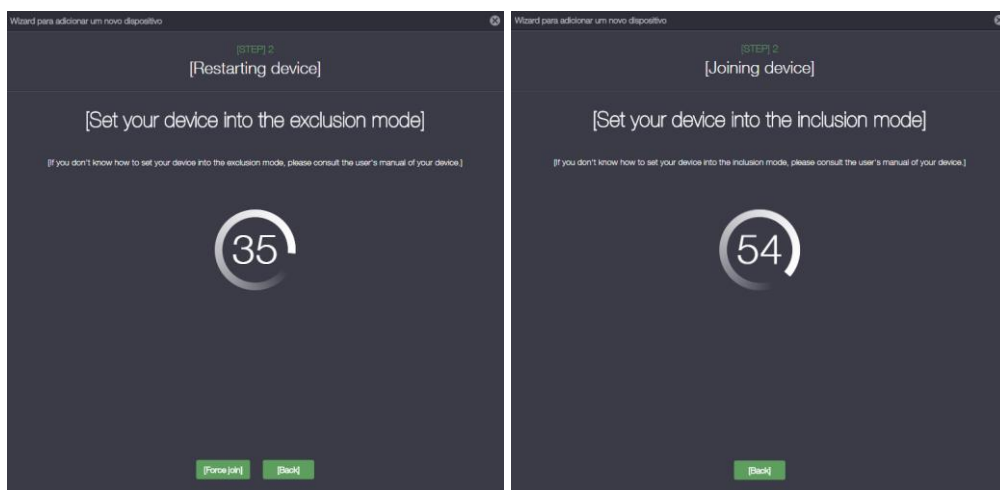


Figura 79 – Procedimento de inclusão/remoção de dispositivos no MyZipato

O processo de remoção é de 45 segundos, tempo esse em que se deve interagir com o dispositivo conforme mencionado na sua documentação. Para incluir um dispositivo na rede, o MyZipato apresenta uma janela de ação de um minuto para o utilizador interagir com o dispositivo.

Para o sistema híbrido a implementar, é necessário adicionar dispositivos Z-Wave e KNX, pelo que é necessário fazer o procedimento acima descrito. No entanto, para adicionar dispositivos KNX, é necessário criar um ficheiro, na ferramenta ETS, relativamente à componente KNX do sistema. Quando for para adicionar um dispositivo KNX, recorre-se ao *Wizard* já mencionado e escolhe-se a opção “KNX”, onde é necessário adicionar esse ficheiro que contém todos os objetos de forma que o controlador Zipabox consiga todas as informações e configurações do sistema KNX, fazendo o endereçamento interno de cada

dispositivo na rede Z-Wave. No interface MyZipato, é possível visualizar todos os objetos adicionados através do adaptador KNX, tal como demonstrado na Figura 80.

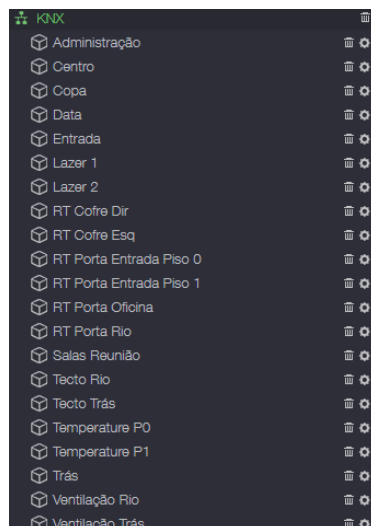


Figura 80 – Objetos relativos ao sistema KNX adicionados à Zipabox

Estes objetos têm toda a informação sobre os sensores e atuadores do sistema KNX e podem ser controlados de forma centralizada a partir do controlador Z-Wave instalado, num total de 21 objetos KNX. Na interface MyZipato é necessário incluir estes objetos como dispositivos de forma a ser possível ter, por exemplo, botões On/Off para controlar as saídas dos atuadores semelhantes aos que foram configurados nos painéis táteis InZennio Z38i e InZennio Z38.

#### **4.2.2. ILUMINAÇÃO**

Como já foi mencionado nesta dissertação, grande parte do controlo da iluminação foi implementada no sistema com o protocolo KNX e, posteriormente, adicionada ao controlador Zipabox através do adaptador KNX. Foi necessário implementar os objetos KNX na rede Z-Wave, no entanto, a configuração do dispositivo está já incluída no objeto e, portanto, basta colocá-lo no grupo certo e com o nome certo. Na Figura 81 pode-se ver um exemplo de configuração de um botão para uma saída de um dos atuadores KNX.

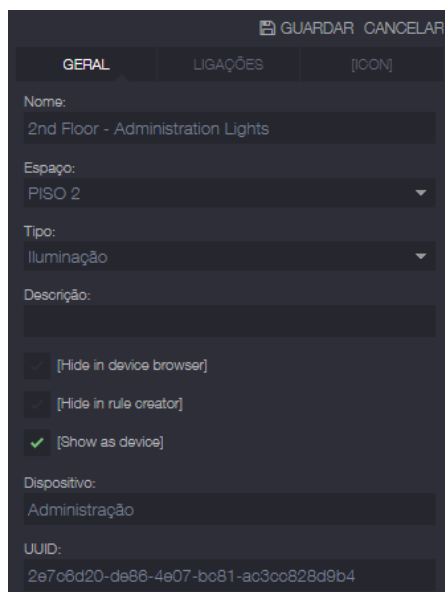


Figura 81 – Exemplo de configuração de um dispositivo KNX no MyZipato

É dado um nome ao dispositivo, seleciona-se o local em que está implementado e o tipo de dispositivo de forma a que o MyZipato crie um grupo só com dispositivos do mesmo género. No caso do exemplo acima é um dispositivo que contém o objeto “Administração”, instalado no sistema KNX, é colocado no espaço “Piso 2” e no grupo “Iluminação”. Fizeram-se dispositivos para todos os objetos relativos à instalação KNX e o controlador fica preparado para incluir dispositivos que funcionem sob o protocolo Z-Wave, de forma a tornar o sistema a implementar como um sistema híbrido.

Como nem toda a iluminação é controlada através do protocolo KNX, também foi necessário fazer a instalação de dispositivos Z-Wave para o mesmo fim. Foi mencionado na secção 3.4.3, que há certos circuitos de iluminação que devem ser controlados por Z-Wave, nomeadamente, a luz da entrada e da casa de banho do piso 2, e a luz da casa de banho do piso 3.

Cada dispositivo Z-Wave tem a sua forma de configuração, no entanto, a maior parte dos dispositivos configura-se através de valores dados a certos parâmetros de configuração que são descritos na documentação do próprio dispositivo. Os dispositivos instalados sofreram algumas alterações nesses parâmetros ao longo da configuração, pelo que serão todas descritas.

Para a iluminação da entrada do piso 2 (*2nd Floor – Entrance Lights*) instalou-se um micromódulo de uma saída, o Single Switch, da Zipato. Este micromódulo

é alimentado com 230VAC e é ligado antes do circuito que contém a iluminação que se pretende controlar. Assim, o esquema de montagem deste micromódulo está representada na Figura 82.

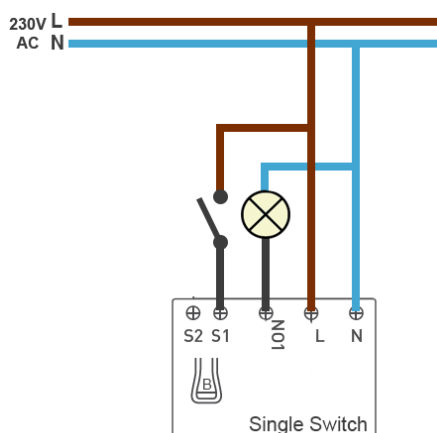


Figura 82 – Esquema de montagem do micromódulo Single Switch, da Zipato.

Depois da instalação conforme demonstrada na Figura 82, procedeu-se à inclusão no controlador. Para incluir este módulo no controlador é necessário proceder da seguinte forma, conforme o manual de instalação:

1. Colocar o controlador em modo de inclusão.
2. Pressionar o botão B três vezes em menos de 2 segundos.

Depois deste procedimento o micromódulo está incluído na rede Z-Wave e pronto a ser configurado. De forma alternativa, este micromódulo também tem a capacidade auto-inclusão, ou seja, se depois de colocar o controlador em modo de inclusão, o micromódulo começar a ser alimentado, este é incluído na rede. Os parâmetros de configuração deste micromódulo estão representados na Tabela XX.

Tabela 5 – Parâmetros de configuração do micromódulo Single Switch, da Zipato

Par.	Função	Tam.	Unid.	Valor	Descrição
1	Períodos de relatórios de medição em Watts	2 bytes	5s	720	$720 \cdot 5s = 3600s = 1h$
2	Períodos de relatórios de medição em KWh	2 bytes	10 min	6	$6 \cdot 10 \text{ min} = 3600s = 1h$
3	Limite máximo de corrente para carga	2 bytes	0,01 A	1100	$1100 \cdot 0,01 \text{ A} = 11 \text{ A}$
4	Limite máximo de KWh para carga	2 bytes	1 KWh	10000	
5	Restaurar o modo de estado do interruptor	1 byte		1	0: Desligar; 1: Último estado; 2: Ligar

6	On/Off do modo manual	1 byte		0	0: Desativar; 1: Ativar
7	Modo de indicação do LED	1 byte		1	1: Mostrar estado do switch; 2: Mostrar modo noite; 3: Modo de um flash
8	Auto-Off do temporizador	2 bytes	1s	0	0: Desativar Auto-Off; 1: 0x7FFF: 1s ~ 32767s
9	Modo de comando RF Off	1 byte		0	0: Desligar; 1: Ignorar; 2: Ativar <i>toggle</i> ; 3: Ligar
10	Tipo de interruptor	1 byte		1	1: Interruptor de trava; 2: Interruptor de pressão; 3: Interruptor de trava com <i>toggle</i>

Para a instalação dos interruptores em ambas as casa de banho, foi utilizado o interruptor On/Off Everlux. A configuração e montagem foi exatamente a mesma para os dois locais e ambos substituíram os interruptores convencionais lá instalados (*2nd Floor – Toilet Lights* e *3rd Floor – Toilet Lights*). O esquema de montagem destes interruptores da Duwi está representado na Figura 83.

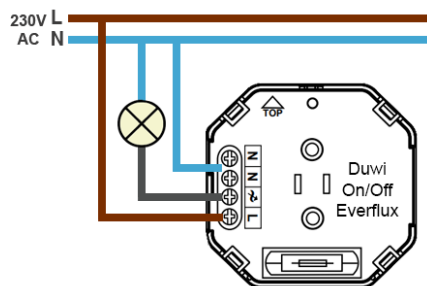


Figura 83 – Esquema de montagem do interruptor On/Off Everlux, da Duwi

Estes interruptores são, basicamente, micromódulos On/Off incluídos num interruptor, sendo que a instalação é fácil e ideal para quando a caixa da parede do interruptor é de pequenas dimensões. A configuração utilizada para estes interruptores não foi alterada, sendo que foi utilizada a configuração por defeito.

O painel “Welcome”, mencionado na secção 3.4.3, foi instalado na sala de espera do escritório e é constituído por seis lâmpadas LED tubulares e um micromódulo Dimmer, da Qubino. A instalação do micromódulo Dimmer pode ser visível no esquema de montagem apresentado na Figura 84.

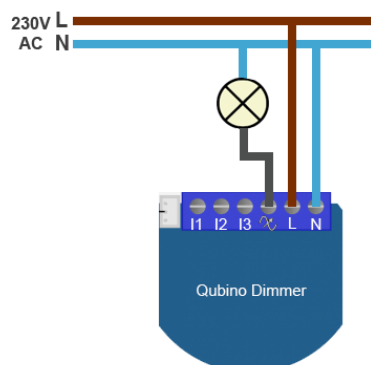


Figura 84 – Esquema de montagem do micromódulo Dimmer, da Qubino

O micromódulo Dimmer instalado, não vai ter funções de regulação de intensidade luminosa, pois vai ser utilizado como On/Off. Foi escolhido um Dimmer pois um micromódulo de uma saída On/Off, por exemplo, poderia não aguentar tensão de arranque do conjunto das seis lâmpadas, pois um micromódulo On/Off aguenta uma potência máxima de cerca de 80W. Assim, na Tabela XX, pode-se ver os parâmetros de configuração deste micromódulo.

Tabela 6 – Parâmetros de configuração do micromódulo Dimmer, da Qubino

Par.	Função	Tam.	Unid.	Valor	Descrição
1	Tipo de interruptor em I1	1 byte		0	0: Interruptor de pressão; 1: Interruptor de trava
2	Tipo de interruptor em I2	1 byte		0	0: Interruptor de pressão; 1: Interruptor de trava
3	Tipo de contacto em I2	1 byte		0	0: NO; 1: NC
4	Tipo de contacto em I3	1byte		0	0: NO; 1: NC
11	Temporizador de Auto-Off	2 bytes	1s	0	0: Auto-Off Desligado; 1: 1s ~ 32536s Auto-Off ligado
12	Temporizador de Auto-On	2 bytes	1s	0	0: Auto-On Desligado; 1: 1s ~ 32536s Auto-On ligado
20	Ligar/Desligar Interruptor de 3 estados	1 byte		0	0: Interruptor de um estado; 1: Interruptor de 3 estados
21	Ligar/Desligar função de duplo clique	1 byte		0	0: Desligado; 1: Ligado
30	Guardar estado depois de falha de corrente	1 byte		0	0: Guarda estado; 1: Não guarda estado (Fica Off)
60	Valor mínimo de regulação de intensidade	1 byte	1%	1	1 ~ 98 = 1% ~ 98%
61	Valor máximo de regulação de intensidade	1 byte	1%	99	1 ~ 98 = 1% ~ 98%
65	Tempo de regulação de intensidade	2 byte	10ms	50	50 ~ 255 = 500ms ~ 2550 ms
66	Tempo de regulação de intensidade após clique	2 byte	1s	1	1 ~ 255 = 1s ~ 255s

Configurou-se o micromódulo Dimmer de forma a que tenha um arranque rápido, reduzindo-lhe o tempo de regulação de intensidade (*dimming*), de forma a que esta alteração de intensidade seja mínima. Já no interface MyZipato, foi necessário criar um botão virtual On/Off em que foram dadas as informações que, quando se coloca em On, o micromódulo faz a regulação de intensidade para 100% e, quando se coloca em Off, faz a regulação da intensidade para 0%. Desta forma, como faz a regulação entre 0 e 100% em meio segundo, funciona como um dispositivo On/Off, tal como requerido, e dá mais segurança ao circuito de iluminação instalado para o placar “Welcome”.

Finalizadas todas as inclusões e configurações de dispositivos na rede para controlar a iluminação do local de implementação, todos estes dispositivos foram reagrupados devidamente, por piso e por tipo de dispositivo, sendo renomeados para fácil perceção. O conjunto de todos estes dispositivos é visível na aba “Iluminação” do MyZipato, tal como se pode visualizar na Figura 85.

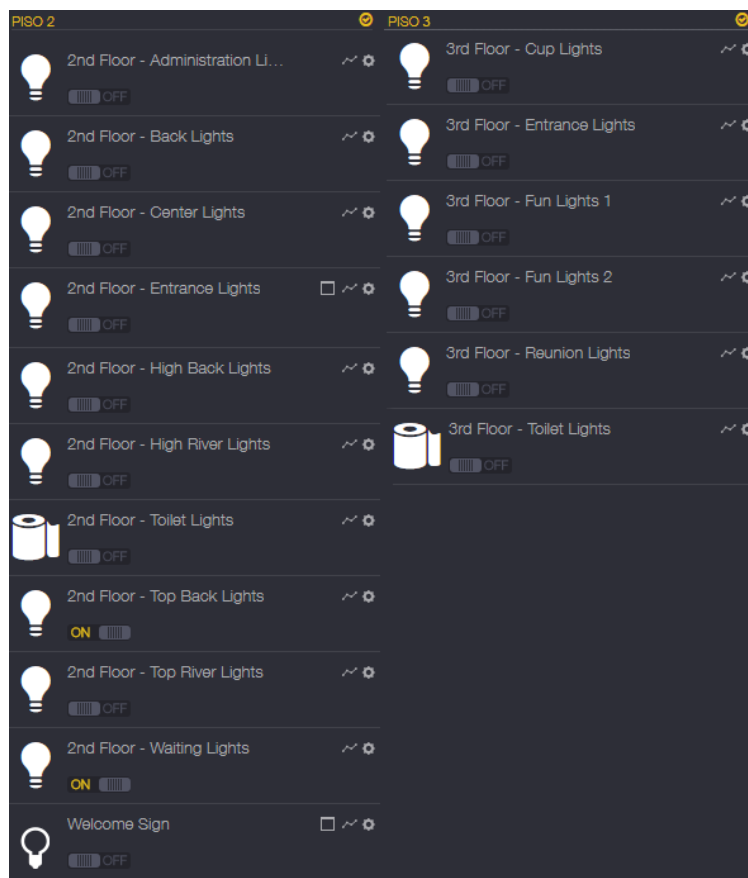


Figura 85 – Dispositivos de controlo de iluminação no MyZipato

Como se pode verificar pela Figura 85, todos os pontos de iluminação podem ser controlados à distância de um clique, pois cada um tem um interruptor que faz com que seja possível ligar ou desligar o circuito de iluminação requerido.

#### 4.2.3. CLIMATIZAÇÃO

Um dos objetivos desta instalação, foi a de permitir o controlo da climatização do local de implementação. Para isso foi necessário proceder com a instalação dos dispositivos mencionado na secção 3.4.6, ou seja, o extensor de infravermelhos ZXT-120, da Zipato, e o termóstato SRT-321, da Secure.

O IR *Extender* ZXT-120, da Zipato, é o dispositivo que foi escolhido para controlar os sistemas de AC presentes em todo o escritório, sendo que dois deles serão utilizados no piso 2, e outros dois no piso 3. Para uma melhor perceção da forma como este dispositivo funciona, foi retirada a descrição geral de todos os componentes do IR *Extender* do guia de utilização, tal como se pode ver na Figura 86.

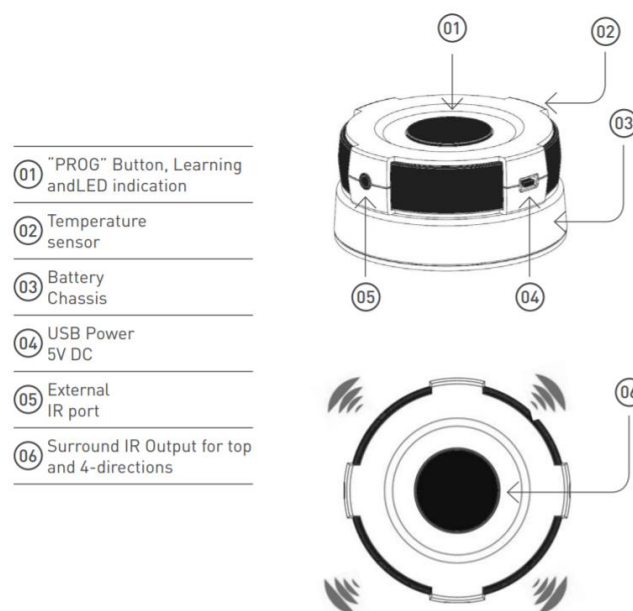


Figura 86 – Vista geral do IR *Extender* ZXT-120, da Zipato [41]

Este dispositivo pode ser alimentado com pilhas ou através de uma ligação USB (5VDC), no entanto é necessário configurar o dispositivo para o funcionamento com cada tipo de alimentação, pois se este for alimentado com pilhas, vai ter um

tempo de *sleep* quase constante , fazendo *wake up* regularmente para informar o controlador sobre o valor da temperatura ambiente (modo FLiRS), mas se este estiver alimentado por USB, vai estar sempre ativo (modo “Always Listening”) e pronto a enviar e receber informações. Esta configuração faz-se antes da inclusão na rede e passa por manter pressionado o botão “PROG” durante 5 segundos de forma a alternar entre os dois modos.

Para o controlo de vários ACs ao mesmo tempo, este dispositivo permite ligar extensores de alcance para os infravermelhos, denominados por *blasters*. Para o controlo dos ACs do piso 2, foram utilizados dois IR *Extenders* ZXT-120 para controlar os quatro ACs da Airwell. Assim, nem todos os ACs instalados são do mesmo fabricante, pelo que a configuração do IR *Extender* deve ser ligeiramente diferente.

De forma a incluir este dispositivo na rede, é necessário realizar os seguintes passos:

1. Colocar o controlador em modo de inclusão
2. Pressionar uma vez o botão “PROG”.
3. O LED vai acender por uns segundos e desligar, confirmando a sua inclusão.

Depois da inclusão de todos os dispositivos na rede, colocam-se de forma a poder fazer o controlo dos ACs requeridos. Para o caso dos ACs do piso 2, foram utilizados *blasters* de duas cabeças em ambos os grupos (*AC River* e *AC Back*), conforme se pode visualizar na Figura 87.

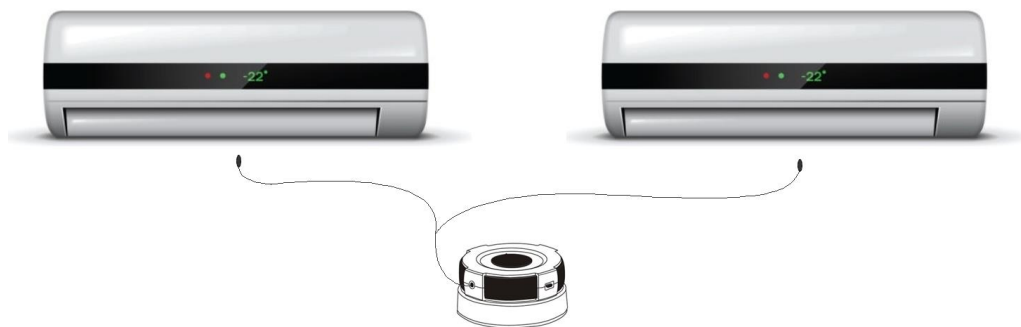


Figura 87 –Instalação de um IR *Extender* com um *blaster* de duas cabeças[41]

Para a Sala de Reuniões grande, foi colocado um IR Extender entre os dois ACs lá presentes, sendo que foi configurado com sistema *surround*, ou seja, através das saídas dos lados do dispositivo. A configuração dos IR Extenders que controlam os ACs da Airwell foram configurados com os parâmetros de configuração descritos na Tabela XX.

Tabela 7 – Parâmetros de configuração do IR *Extender* para ACs da Airwell

Par.	Função	Valor	Descrição
25	Ligar/Desligar função de duplo clique	1	0 ~ 22
27	Número do código IR	465	Electra (Ver códigos no Anexo C)
28	Nível de alimentação do emissor IR externo	0	0: Normal; 1: Alto
32	Controlo IR <i>surround</i>	0	0: Desligado; 1: Ligado
37	Compensação do sensor de temperatura	0	-5 ~ 5 °C

Como os ACs a controlar são da Airwell, foi necessário escolher um código IR adequado para substituir o controlo remoto do ar condicionado, códigos estes que estão representados no Anexo C. No entanto, os três códigos existentes que são relativos aos ACs da Airwell, não eram compatíveis com o AC instalado, pelo que foi necessária fazer uma pesquisa sobre o modelo. Descobriu-se que o código 465, do fabricante Electra, funcionava na perfeição com os quatro ACs da Airwell instalados no piso 2. Foram instalados dois IR *Extenders* com a mesma configuração no piso 2: *AC River* e *AC Back*.

Para os ACs instalados nas salas de reuniões, foi necessário alterar dois parâmetros de configuração em relação aos IR *Extenders* instalados no piso 2. A configuração dos IR *Extenders* para os ACs da Daikin presentes em ambas as salas de reuniões estão representadas na Tabela XX.

Tabela 8 – Parâmetros de configuração do IR *Extender* para ACs da Daikin

Par.	Função	Valor	Descrição
25	Ligar/Desligar função de duplo clique	1	0 ~ 22
27	Número do código IR	2	Daikin (Ver códigos no Anexo B)
28	Nível de alimentação do emissor IR externo	0	0: Normal; 1: Alto
32	Controlo IR <i>surround</i>	1	0: Desligado; 1: Ligado
37	Compensação do sensor de temperatura	0	-5 ~ 5 °C

Os únicos parâmetros de configuração que foram alterados foram o 27 e o 32. Como se estão a controlar ACs de outros fabricantes, nomeadamente, da Daikin,

foram testados os mais variados códigos, conforme a lista representada no Anexo B, no entanto, o IR *Extender* funcionou na perfeição com estes ACs ao alterar o valor do parâmetro 27 para 2.

Enquanto que na Sala de Reuniões #2 está instalado apenas um AC da Daikin, na Sala de Reuniões #1 estão dois do mesmo fabricante, no entanto, basta um IR *Extender* para cada uma das salas, sendo que o que foi instalado na Sala de Reuniões #1, foi posicionado entre os dois ACs e sem *blasters*, ao contrário do que aconteceu nos IR *Extenders* instalados no piso 2. Assim, foi necessário ativar a funcionalidade de *surround*, que faz com que o IR *Extender* ZXT-120 possa controlar mais do que um AC sem a utilização de *blasters*. Para isso, alterou-se o valor do parâmetro de configuração 32 para 1.

De forma a se poder controlar a temperatura requerida, inicialmente foram implementados dispositivos virtuais através do MyZipato, mais precisamente, termóstatos virtuais, os quais requeriam valores de entrada, como a temperatura ambiente, e valores de saída, como a temperatura requerida para controlar. No entanto, foi uma solução temporária e decidiu-se instalar um SRT-321, da Secure, em cada grupo de ACs (*AC River* e *AC Back*) de forma a controlar a temperatura de ambos.

O termóstato SRT-321 permite controlar a temperatura ambiente requerida, para ambos os pisos, sendo que para adicionar este dispositivo à rede, é necessário alterar os estados de alguns comutadores na parte traseira do dispositivo. Esta parte traseira está representada na Figura 88.

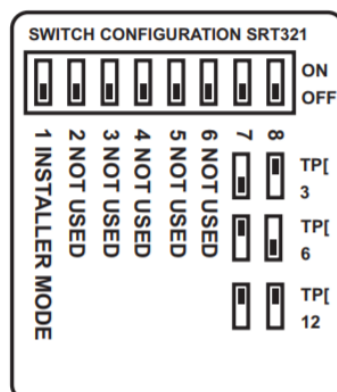


Figura 88 – Configuração física do termóstato SRT-321, da Secure [42]

Para incluir este dispositivo numa rede Z-Wave, é necessário realizar os seguintes passos:

1. Ligar o modo instalador, fazendo a comutação do interruptor presente na traseira do dispositivo, tal como se pode ver pela Figura 88.
2. Alternar entre os menus utilizando o botão giratório, escolhendo a opção I (*include*).
3. Colocar o controlador em modo de inclusão.
4. Pressionar o botão giratório na opção I.
5. Aguardar uns segundos. Caso a inclusão seja efetuada, o LCD apresentará a letra P (*paired*), caso haja algum erro aparecerá a letra F (*failure*).

Após adicionar este dispositivo à rede Z-Wave, é necessário utilizar um termóstato virtual de forma a poder controlar totalmente a temperatura, dando as saídas e entradas do próprio dispositivo instalado. Ambos os dispositivos foram colocados presos à parede e, na Figura 89, estão representadas as localizações (a amarelo) de cada um dos termóstatos SRT-321, da Secure.



Figura 89 – Localização dos termóstatos SRT-321, da Secure

Assim, cada termóstato controla a temperatura geral de cada lado do piso 2, sendo que o controlo do piso 3 não é necessário ser controlado através de um termóstato físico, sendo que pode ser controlado através do acesso ao controlador Zipabox utilizando a interface MyZipato num dispositivo móvel com ligação à Internet.

### 4.3. CENÁRIOS E REGRAS

Neste subcapítulo são descritos todos os cenários e regras implementados ao sistema de forma a tornar o sistema mais robusto e à imagem do escritório e das entidades constituintes.

Foram desenvolvidos alguns cenários para várias situações do dia-a-dia da empresa, de acordo com os requisitos propostos e motivos para serem desencadeados, como por exemplo para o bem-estar ou para a poupança no consumo energético. Segundo os requisitos para o funcionamento deste sistema, foram desenvolvidos os cenários apresentados na Figura 90.

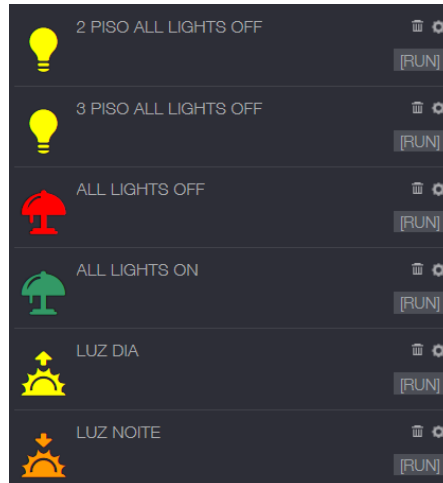


Figura 90 – Cenários desenvolvidos para o sistema, no MyZipato

Estes cenários foram desenvolvidos para cobrir alguns pedidos da CentralCasa de forma a poder poupar mais energia. Assim, foi pedido fazer a atuação de certos circuitos de iluminação a certas horas do dia, podendo assim aproveitar a luz natural ao invés de utilizar a iluminação elétrica. Num cenário, devem-se incluir todos os dispositivos que se pretendem controlar e num determinado estado.

Os cenários “2 Piso All Lights Off” e “3 Piso All Lights Off”, tal como o próprio nome indica, são cenários onde os seus dispositivos incluídos são os do piso 2 e do piso 3, respetivamente, de forma a controlar a iluminação geral de cada um dos pisos.

Já os cenários “All Lights On” e “All Lights Off” são cenário que incluem todos os dispositivos de controlo de iluminação, de ambos os pisos. No primeiro cenário, todos estes dispositivos vão ligar, enquanto que nos segundo desligam, dependendo da configuração destes cenários.

O cenário “Luz Dia” apresenta a forma como se pretende a iluminação do escritório na hora da sua abertura (8h00), pelo que foi requerido pela CentralCasa que nem toda a iluminação deve estar ligada. Assim, foram seleccionados alguns dispositivos para este cenário, sendo estes ligados às 8h00, que é quando este cenário é ativado. Os dispositivos que passam a ficar On são os seguintes:

- *2nd Floor – Entrance Lights*
- *2nd Floor – Waiting Lights*
- *2nd Floor – Back Lights*
- *2nd Floor – Center Lights*
- *2nd Floor – Top Back Lights*
- *Welcome Sign*

Assim, todos estes dispositivos se ligam às 8h00 durante todos os dias da semana, tal como está configurado, mantendo os restantes desligados.

Já para o cenário “Luz Noite”, são incluídos os dispositivos que servem para desligar na hora de fecho do escritório, definido e configurado para as 20h00 de cada dia da semana. Os dispositivos escolhidos para desligar sempre que este cenário é ativado são praticamente todos, à exceção do dispositivo *2nd Floor – Waiting Lights*, que funcionam como luz de presença durante a noite.

Para completar estes cenários e dinamizar o sistema mais detalhadamente, foram desenvolvidas Regras que permitem selecionar quando é que os cenários e certos eventos devem ocorrer. Assim, foram criadas nove regras para complementar os cenários anteriormente mencionados, representados na Figura 91.

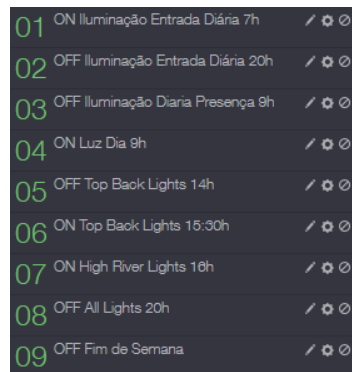


Figura 91 – Regras desenvolvidas para o sistema, no MyZipato

Enquanto que os cenários devem ser ativados pelo utilizador, as regras são planeadas e temporizadas de forma a não ser necessária a acção do utilizador. Geralmente é necessário ter regras que liguem um dispositivo e outras que o desliguem, podendo definir os horários em que se pretende fazer esse tipo de acção. Assim, grande parte dos eventos específicos têm uma regra que faz On e outra que faz Off, em horários diferentes, como é o exemplo das primeiras duas regras, segundo a Figura 91. Estas regras controlam apenas a iluminação da entrada do escritório, sendo que a primeira faz com que os atuadores liguem essas luzes às 7h00 e a segunda faz com que as luzes desliguem às 20h00. Estas regras estão representadas na Figura 92.



Figura 92 – Regras 1 e 2 “ON/OFF Iluminação Entrada Diária”, no MyZipato

Como se pode ver pela Figura 92, ambas as regras são idênticas e partilham os mesmos dispositivos. Os dispositivos que estas duas regras controlam são:

- *2nd Floor – Entrance Lights*
- *Welcome Sign*

A regra 3, em resumo, faz com que a luz de presença desligue. Esta luz de presença é, nada mais nada menos que o dispositivo *2nd Floor – Waiting Lights* que, a pedido da CentralCasa, deve ficar ligado durante a noite por questões de segurança. Esta regra, denominada de “OFF Iluminação Diária Presença 9h”, faz com que a luz de presença, mencionada anteriormente, desligue às 9h00 em todos os dias da semana e está representada na Figura 93.



Figura 93 – Regra 3 “OFF Iluminação Diária Presença), no MyZipato

A quarta regra, definida como “On Luz Dia 9h”, representa o controlo de algumas luzes do escritório que devem ser ligadas às 9h00 em todos os dias da semana. Esta regra, representada na Figura 94, faz com que os seguintes dispositivos liguem:

- *2nd Floor – Back Lights*
- *2nd Floor – Center Lights*
- *2nd Floor – Top Back Lights*

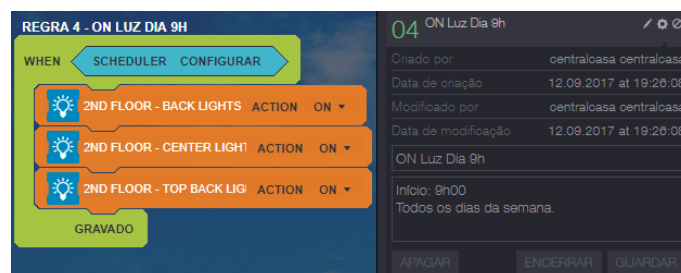


Figura 94 – Regra 4 “ON Luz Dia 9h”, no MyZipato

A regra 5 “OFF Top Back Lights 13h” é bastante idêntica à regra 3, no entanto, direcionada para outro dispositivo e com outro horário. Durante toda a semana, às 13h00 o dispositivo *2nd Floor – Top Back Lights* passa a ficar Off, apesar de só estar On desde as 9h00 conforme dita a regra 4. Esta regra está representada na Figura 95.

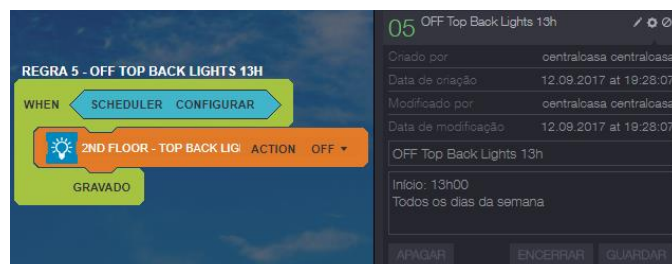


Figura 95 – Regra 5 “OFF Top Back Lights 13h”, no MyZipato

As regras 6 e 7, server para ligar dois circuitos de luzes idênticos, no entanto, em horários diferentes, pois um dos lados do escritório tem luz natural durante mais tempo, tendo feito um intervalo de 30 minutos entre a atuação de ambos os dispositivos. Assim, enquanto que o dispositivo *2nd Floor – High Back Lights* é ligado todos os dias da semana às 15h30, o dispositivo *2nd Floor – High River Lights* é só ligado às 16h00, também todos os dias da semana. Estas duas regras estão representadas na Figura 96.



Figura 96 – Regras 6 e 7 “ON High Back/River Lights”, no MyZipato

As últimas duas regras, a 8 e a 9, foram desenvolvidas para ter um fim semelhante, sendo que a regra 8 serve para desligar toda a iluminação no fim do dia de trabalho, a par do encerramento diário do escritório, com exceção para a

luz de presença. A regra 9 faz o controlo da iluminação nos fins de semana, de forma a manter todas as luzes desligadas. As regras 8 e 9, denominadas por “OFF All Lights 20h” e “OFF Fim de Semana”, respetivamente, estão representadas na Figura 97.

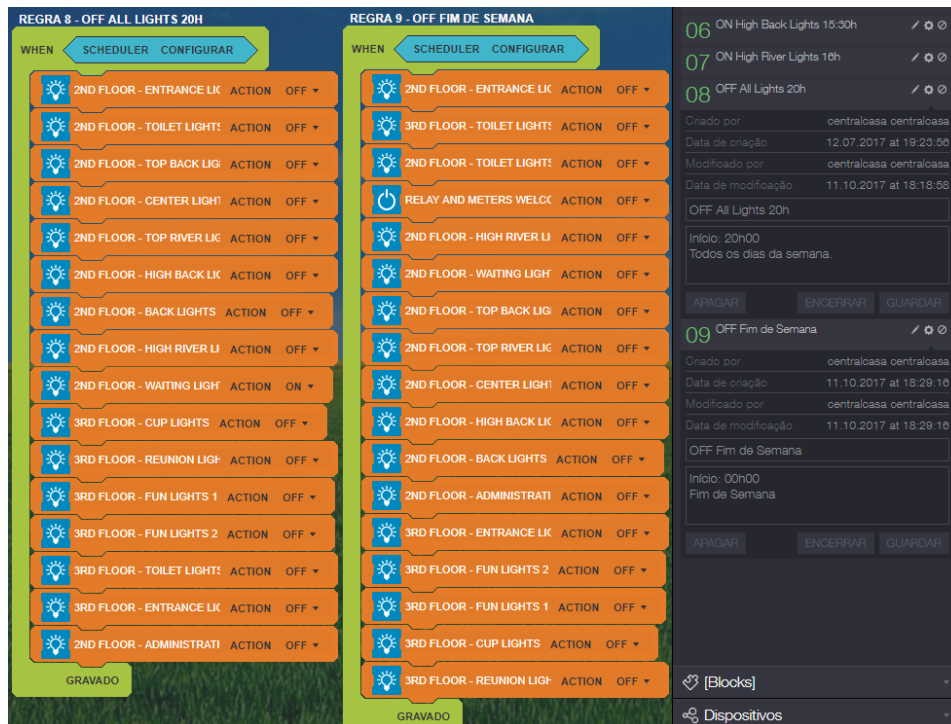


Figura 97 – Regras 8 e 9 “OFF All Lights/Fim de semana”, no MyZipato

A regra “OFF All Lights 20h” coloca todos os dispositivos de iluminação em Off, menos a luz de presença (*2nd Floor – Waiting Lights*) que coloca em On, e não inclui o placar “Welcome” (*Welcome Sign*), todos os dias da semana às 20h00. Já a regra 9, “OFF Fim de Semana”, faz com que todos os dispositivos de iluminação desliguem à meia noite de todos os sábados, mantendo assim até ser aplicada uma nova regra, ou seja, às 7h00 de segunda-feira, quando é ativada a regra 1.

Desta forma o sistema está otimizado e autónomo, tanto na iluminação, através de cenários e regras, como em climatização, através dos sensores de temperatura embutidos nos *IR Extenders* e dos termóstatos instalados para controlo dos ACs.

#### 4.4. CONTROLO DE VOZ

O controlo do sistema implementado com comandos de voz não foi requisitado pela empresa, no entanto, o autor desta dissertação achou uma boa forma de tornar o sistema mais robusto e de fácil utilização. Existem vários sistemas de controlo por voz no mercado, no entanto, poucos deles têm compatibilidades com o protocolo Z-Wave, no entanto, a actualização de *firmware* do controlador Zipatile, da Zipato, de Junho de 2017 dava garantias de compatibilidade com o sistema de controlo por voz da Amazon, mais precisamente o Alexa Companion, o interface dos produtos Amazon Alexa e Amazon Echo.

Assim, após alguma investigação acerca do tema, percebeu-se que seria possível implementar o Alexa Companion na Zipabox de forma a controlar todos os dispositivos através de comandos de voz. A atualização do *firmware* da Zipatile ajudou, visto que durante a implementação do sistema de domótica, houve a tentativa de utilizar uma Zipatile como *cluster* da Zipabox, para substituir o interface tátil KNX instalado no QEG, o InZennio Z38i, de forma a tornar o controlo do sistema mais *user friendly*. No entanto, a única Zipatile disponibilizada pela CentralCasa não estava no melhor estado e decidiu-se não usar no sistema.

Estudaram-se as opções de comandos de voz da atualização previamente mencionada e percebeu-se que esta dava à Zipatile uma nova aplicação móvel, de nome “Reverb”, que permitia emular o Alexa Companion, disponível para Android e iOS [43]. Assim, esta aplicação, desenvolvida pela Rain, permitiu comunicar com a Alexa de forma a conseguir enviar e receber informação. O interface da aplicação Reverb está representada na Figura 98.

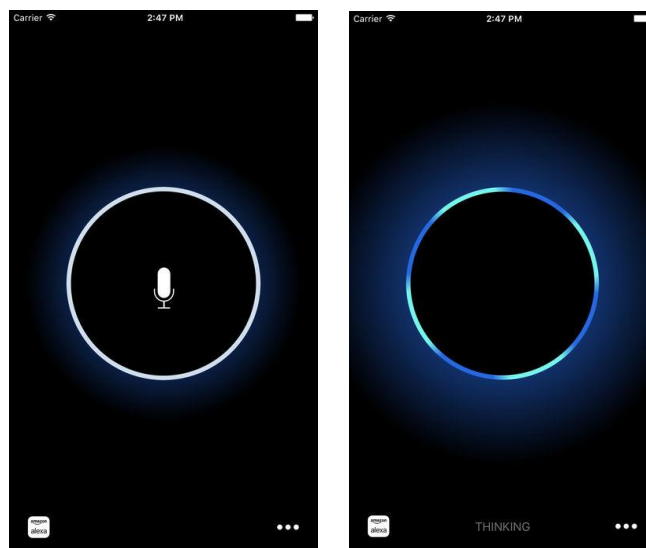


Figura 98 – Interface da aplicação móvel Reverb [43]

De forma a que esta aplicação possa interagir com a Alexa, foi necessário dar a informação ao Reverb sobre a conta de utilizador criada no *website* da Amazon. Após fazer esse encaminhamento, foi necessário configurar a conta de utilizador de forma a que a Alexa pudesse controlar o controlador Z-Wave instalado, neste caso, a Zipabox. Para isso, foi necessário dar certas habilidades (*skills*) à Alexa de forma a ser possível fazer o controlo total do sistema, como a *skill* Zipato SmartHome, que, como o próprio nome indica, é especificamente utilizado para comunicar com os controladores da Zipato. Após a instalação desta *skill*, foi necessário fazer o emparelhamento entre as contas de utilizador da Amazon com a conta de utilizador do MyZipato, associando assim a Alexa ao controlador Zipabox. As definições da *skill* Zipato SmartHome, onde se permite efetuar os passos descritos anteriormente, estão representadas na Figura 99.

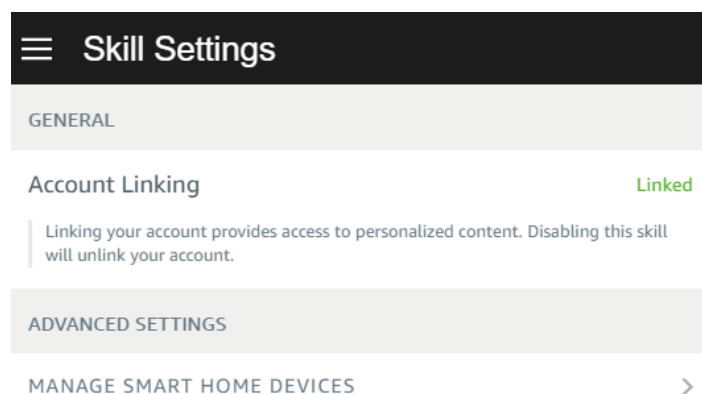


Figura 99 – Definições da *skill* Zipato SmartHome para a Amazon Alexa

Com o emparelhamento entre a Alexa e a Zipabox, foi possível à *skill* Zipato SmartHome reconhecer todos os dispositivos do sistema, tal como se pode verificar na Figura 100.

2 PISO ALL LIGHTS OFF scene 2 PISO ALL LIGHTS OFF	2nd Floor - Top Back Lights 2nd Floor - Top Back Lights	3rd Floor - Toilet Lights 3rd Floor - Toilet Lights
2nd Floor - Administration Lights 2nd Floor - Administration Lights	2nd Floor - Top River Lights 2nd Floor - Top River Lights	Air Conditioner Air Conditioner
2nd Floor - Back Lights 2nd Floor - Back Lights	2nd Floor - Waiting Lights 2nd Floor - Waiting Lights	All lights All lights
2nd Floor - Center Lights 2nd Floor - Center Lights	3 PISO ALL LIGHTS OFF scene 3 PISO ALL LIGHTS OFF	All Lights OFF scene All Lights OFF
2nd Floor - Entrance Lights 2nd Floor - Entrance Lights	3rd Floor - Cup Lights 3rd Floor - Cup Lights	ALL LIGHTS OFF scene ALL LIGHTS OFF
2nd Floor - High Back Lights 2nd Floor - High Back Lights	3rd Floor - Entrance Lights 3rd Floor - Entrance Lights	ALL LIGHTS ON scene ALL LIGHTS ON
2nd Floor - High River Lights 2nd Floor - High River Lights	3rd Floor - Fun Lights 1 3rd Floor - Fun Lights 1	LUZ DIA scene LUZ DIA
2nd Floor - Toilet Lights 2nd Floor - Toilet Lights	3rd Floor - Fun Lights 2 3rd Floor - Fun Lights 2	LUZ NOITE scene LUZ NOITE
	3rd Floor - Reunion Lights 3rd Floor - Reunion Lights	Welcome Sign Relay And Meters Welcome Sign

Figura 100 – Reconhecimento dos dispositivos do sistema pela *skill* Zipato SmartHome

A *skill* instalada na Alexa reconheceu, não só os dispositivos, como também os cenários, sendo que passam a poder ser ativados através de comandos de voz. De notar que foram criados dois botões virtuais On/Off na Zipabox que faziam a ativação de vários dispositivos, como é o caso dos botões *All Lights* e *Air Conditioner*. O botão *All Lights* controla toda a iluminação num só ponto, ou seja, se for enviado o comando de voz “*Alexa, turn on All Lights*”, todas as luzes do escritório serão ligadas, no entanto, se for dito “*Alexa, ALL LIGHTS ON*”, vai fazer com que o cenário ALL LIGHTS ON seja ativo. O mesmo sucede para o botão *Air Conditioner*, que é um agregado do controlo dos ACs do piso 2, ou seja, do *AC River* e *AC Back* e, com o comando de voz “*Alexa, turn off Air Conditioner*”, esses ACs vão desligar. Esta *skill* permite enviar qualquer tipo de comando para os dispositivos, desde que seja compatível.



# 5. OUTRAS CONTRIBUIÇÕES

Este capítulo aborda algumas outras contribuições para a empresa CentralCasa no estágio efetuado para a realização deste projeto. Durante o desenvolvimento do projeto descrito nesta dissertação, foi-me proposto desempenhar outras funções tais como: atendimento ao cliente, suporte técnico para produtos Chacon, testes e reparações de equipamentos danificados, soluções de domótica específicas, formações de domótica a clientes, tradução de alguns manuais para português e trabalho no *backoffice* da plataforma EuroX10. Estas contribuições são descritas com mais detalhe nos subcapítulos seguintes.

## 5.1. ATENDIMENTO AO CLIENTE

Na empresa CentralCasa, o atendimento ao cliente é fulcral e acontece a qualquer hora do dia, seja pessoalmente, por chamada telefónica ou pela secção de apoio ao cliente da plataforma EuroX10. O atendimento ao cliente abrange praticamente todas as áreas de trabalho da empresa, desde aconselhamento acerca de soluções simples ou complexas e produtos, ajuda na instalação de sistemas de domótica obtidos através da plataforma EuroX10, resolução de

problemas em relação a uma instalação já efetuada pela CentralCasa e atendimento de pedidos exclusivos de clientes, como a utilização não usual de um equipamento para outros fins.

Este atendimento ao cliente era feito em diferentes idiomas, já que o site EuroX10 é considerado como sendo um dos principais revendedores de produtos de domótica a nível mundial, sendo que eram recebidos pedidos de apoio de vários pontos diferentes do planeta. Além de português, foi necessário comunicar com clientes em inglês, espanhol e, por vezes, francês.

## **5.2. SUPORTE TÉCNICO CHACON**

A CentralCasa fez, recentemente, uma parceria com o fabricante de domótica Chacon, já mencionado ao longo desta dissertação, com o intuito de dar suporte técnico diretamente a clientes que comprem produtos Chacon ou DiO. Inicialmente, foi recebida uma formação acerca das anomalias mais comuns nos produtos deste fabricante. Essa formação foi dada pelo Eng. Nuno Nunes, da CentralCasa, com o apoio do Eng. Miguel Sousa, da Chacon.

O principal suporte técnico dado era na instalação de videoporteiros e câmaras da Chacon ou do sistema de domótica da DiO, pelo que os problemas eram semelhantes em quase todos os clientes que pediam este suporte.

Nos videoporteiros Chacon, o problema era persistente e recaía sobre a fraca informação que a documentação destes produtos continha. Os clientes que adquirem estes produtos, fazem a instalação conforme a documentação indica, no entanto, é raro funcionar no primeiro teste, pois estes videoporteiros eram colocados distantes do controlador principal e a sua comunicação é feita por fios que, se não tiverem uma espessura suficiente (não indicada na documentação) acaba por não funcionar corretamente.

Os clientes que pedem suporte sobre as câmaras da Chacon normalmente não conseguem fazer a instalação corretamente ou não conseguem visualizar as câmaras em tempo real, pelo que o problema era, por vezes, da escolha do navegador de Internet em utilização, já que o interface destas câmaras só está 100% funcional quando é utilizado o *Internet Explorer*.

A instalação do sistema de domótica DiO, desde o controlador HomeBox, a sensores e atuadores do mesmo fabricante, é, por vezes, um problema para o cliente. Por vezes, são problemas de comunicação entre o controlador e os dispositivos, outras vezes deve-se à forma como o interface da DiO funciona e, mais raramente, o problema deve-se à má instalação elétrica de dispositivos, geralmente, atuadores.

Este suporte técnico era feito, maioritariamente, em espanhol e em português, pois são produtos muito vendidos na Península Ibérica pelas grandes áreas comerciais de domótica.

### **5.3. TESTES E REPARAÇÕES**

A plataforma EuroX10 tem uma secção de devolução de equipamentos danificados (RMAs), adquiridos nessa mesma plataforma. Estes RMAs eram, grande parte das vezes, devido à má utilização dos equipamentos, no entanto, também problemas internos no dispositivo são um motivo comum de devolução de um equipamento.

Quando é ativado um RMA no *website*, o cliente envia o produto para as instalações da CentralCasa com a descrição do problema e o objetivo inicial é verificar a veracidade da descrição do cliente fazendo-se vários testes que variam conforme o dispositivo em questão. Caso se verifique uma anomalia no dispositivo, faz-se uma reparação que, na maior parte das vezes, não é possível, pelo que se tenta resolver o problema junto do fabricante e, caso não seja possível, é enviado diretamente para o fabricante. Se o produto for reparado e não tenha sido enviado um produto idêntico de substituição ao cliente, devolve-se ao cliente, mas se o cliente já tiver recebido um produto de substituição, o produto reparado passa para a categoria de “produtos reconicionados” que estão, normalmente, em promoção na plataforma EuroX10.

Quando é lançado um produto novo, também se fazem alguns testes ao seu funcionamento para mais tarde apresentar ao cliente. Alguns produtos novos de fabricantes com menos força no mercado, em relação, por exemplo, à Fibaro ou Qubino, têm uma configuração mais complexa que o habitual, como acontece quando é uma tecnologia recente e ainda não existem padrões de configuração

para os controladores existentes no mercado. Assim, é feito um estudo nesses produtos, desde a sua configuração a potenciais utilidades noutras áreas que não competem ao dispositivo em estudo, o que, por vezes, acontece.

O objetivo de fazer testes a produtos novos é mostrar ao cliente que é um produto de última geração e com a garantia de ajuda na sua configuração e suporte técnico depois de o adquirir.

#### **5.4. SOLUÇÕES DE DOMÓTICA**

Com alguma experiência obtida durante o estágio, foi possível apresentar algumas soluções de domótica a clientes que desejavam automatizar a sua residência. Desde pequenas soluções para uma divisão, até soluções completas para habitações. Algumas soluções passavam, por exemplo, por fazer a abertura de um portão de garagem elétrico, de forma a poder abrir ou fechar o portão remotamente, mas utilizando o sistema elétrico convencional já instalado. Outras soluções eram mais complexas, como foi o caso de um cliente que queria automatizar um apartamento *duplex* com domótica, vigilância e segurança, de uma forma centralizada.

Conforme os requisitos pedidos pelo cliente, era feito um estudo e, posteriormente, enviado um orçamento de tudo o que o cliente precisava para o sistema pretendido.

#### **5.5. FORMAÇÕES**

Além da formação de suporte técnico de produtos Chacon, já mencionada anteriormente, foi-me dada a oportunidade de dar uma formação de domótica, tal como vou descrever de seguida.

Depois de alguns meses no estágio, já tinha alguns conhecimentos mais complexos sobre vários protocolos de domótica, nomeadamente, Z-Wave. Foi pedida à CentralCasa uma formação baseada no protocolo Z-Wave a um cliente licenciado em Engenharia Civil que constroi edifícios em Angola e pretendia começar a instalar soluções de domótica nesses edifícios.

A formação passava por explicar todos os procedimentos para permitir ao formando replicar com autonomia no futuro. Na formação dada foram abordados os seguintes tópicos:

- Apresentação de vários produtos de domótica nas diversas áreas de ação, incluindo vigilância e segurança.
- Funcionamento geral de uma rede de domótica baseada em protocolo Z-Wave.
- Dimensionamento e particularidades de certos produtos numa instalação residencial/comercial.
- Realização de montagens, configurações e inclusão/remoção de dispositivos Z-Wave num controlador.
- Demonstração de funcionamento e potencialidades de um sistema, incluindo cenários.

## **5.6. TRADUÇÃO DE MANUAIS**

A plataforma EuroX10, além de ser considerado um dos maiores revendedores de produtos de domótica na Europa, também o é em Portugal, pelo que os fabricantes, nomeadamente, Qubino, AeonLabs e Insteon, ao verificarem que a venda dos seus produtos estava em constante crescimento no nosso país, fez vários pedidos de tradução da documentação desses produtos. Assim, foram feitas traduções para português dos seguintes manuais:

- Qubino DIN Dimmer
- Qubino Flush 1D Relay
- Qubino Flush 2 Relays
- Qubino Flush Dimmer
- Qubino Flush Shutter
- Insteon DIN Rail Dimmer

- Insteon DIN Rail On/Off
- Insteon On/Off module
- Aeotec by AeonLabs Garage Door Controller GEN5
- Aeotec by AeonLabs Recessed Door Sensor

Estes manuais encontram-se disponíveis no CD-ROM anexado a esta dissertação.

## **5.7. PLATAFORMA EUROX10**

A plataforma EuroX10, tal como já foi mencionada anteriormente, é uma das plataformas com mais vendas na Europa, tendo um catálogo detalhado de mais de 1000 produtos de domótica sob os vários protocolos estudados nesta dissertação. O *backoffice* do *website* serve para gerir a base de dados de todos os produtos presentes no catálogo disponibilizado e, com a constante apresentação de novos produtos, há uma necessidade acrescida de ter um catálogo atualizado quase diariamente. Assim, uma das contribuições dadas à CentralCasa durante o estágio para o desenvolvimento desta dissertação, foi trabalhar no *backoffice* da plataforma EuroX10 que permitia:

- Atualizar o catálogo de venda de produtos de domótica;
- Atualizar contas de clientes e revendedores;
- Verificar o estado das encomendas;
- Consultar a lista de RMAs e o seu estado.

# 6. CONCLUSÕES

Neste capítulo abordam-se as conclusões retiradas dos estudos efetuados ao longo desta dissertação. Este surge como um complemento, às análises efetuadas em cada um dos capítulos apresentados.

São apresentados alguns pontos-chave retirados do desenvolvimento deste projeto, problemas adversos e caminhos percorridos para algumas das escolhas definidas ao longo do desenvolvimento deste projeto. São também evidenciadas algumas sugestões e melhorias para projetos futuros.

## 6.1. CONCLUSÕES GERAIS

A presente dissertação debruça-se no estudo dos tipos de sistemas de domótica existentes, de forma a se poder projetar um que permita satisfazer os requisitos propostos pela CentralCasa, o que levou à implementação de um sistema de domótica híbrido respeitante com os protocolos Z-Wave e EIB/KNX, de forma a permitir a supervisão, monitorização e controlo remoto.

Inicialmente foi proposto, pelo autor deste documento à empresa, um sistema de domótica com capacidades de videovigilância e segurança, no entanto, isso não foi possível, pois as instalações e as regras do condomínio não o permitem. Todo

o edifício estava já equipado com um sistema de alarme com sensores de movimento, câmaras e gravadores, o que seria interessante integrar no sistema que foi implementado durante o estágio. No entanto, não foi possível porque a CentralCasa não tinha autorização para fazer essas alterações à central de alarme do condomínio e acabou-se por desistir dessa proposta.

Neste trabalho, foi também efetuado um longo estudo do mercado da domótica, no entanto nem todos os produtos foram inseridos nesta dissertação, visto terem sido demasiados. Este estudo permitiu fazer certas escolhas cruciais para a projeção do sistema implementado, como os protocolos adequados a utilizar, visto ser um sistema de domótica com uma arquitetura híbrida.

Desenvolver um projeto de domótica foi bastante interessante, pois é uma área com um enorme potencial, já que está na vanguarda da tecnologia e permite uma melhoria na qualidade de vida das pessoas. O conhecimento sobre esta área foi aumentando durante o tempo em que foi efetuado o estágio curricular e nas últimas semanas houve a oportunidade de dar formações a clientes, mais precisamente, sobre o protocolo Z-Wave, o que só demonstra o interesse que tive e o foco que dei a esta área de trabalho.

Estagiar na CentralCasa foi bastante gratificante, já que é, neste momento, o maior distribuidor nacional de sistemas e produtos de domótica e um dos principais da Europa, contando com uma plataforma *online*, o EuroX10, com mais de 1000 produtos. O facto de estar todos os dias em contacto com clientes de diferentes países da Europa também foi importante para a minha adaptação à empresa e aos seus métodos de trabalho, bem como uma ótima fonte de conhecimento e melhoria de comunicação.

Pôde-se concluir que o sistema de domótica implementado é bastante funcional e apresenta grandes benefícios em relação à instalação previamente instalada, sendo estes: uma melhor eficiência energética, visto terem sido criados cenários específicos de temporização para o controlo de certos componentes do sistema, a autonomia do sistema para a climatização e a possibilidade de controlar todo o sistema à distância, seja através de um clique ou através de comandos de voz.

## **6.2. SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO**

O trabalho desenvolvido ao longo deste documento permite que o sistema seja ainda mais otimizado. Neste subcapítulo são dadas algumas sugestões para trabalhos futuros.

A interligação com a central de alarme no sistema de forma a ter um controlo centralizado na interface do sistema, seria uma forma interessante de melhorar o sistema. Seriam aplicados vários sensores, tais como sensores de movimento ou sensores de porta/janela, de forma a evitar possíveis intrusos nas instalações da CentralCasa.

A implementação do controlador Zipatile teve algumas limitações, pois era uma unidade de testes e não estava nas melhores condições, pelo que acabou por não ser instalado, no entanto, uma melhoria importante para este sistema seria a instalação desse mesmo controlador, pois dá outra dinâmica ao sistema já instalado e permite uma comunicação mais eficaz com o Amazon Alexa.



## Referências

- [1] CentralCasa, “Apresentação - CentralCasa.” [Online]. Disponível em: <http://www.centralcasa.pt/Apresentacao>. [Acedido: 13-Set-2017]
- [2] SISLITE, “O que é a domótica?” [Online]. Disponível em: <http://www.sislite.pt/domus.htm>. [Acedido: 20-Set-2017].
- [3] D. Rye, “My life at X10,” 1999. [Online]. Disponível em: <https://www.hometoys.com/content.php?url=/htinews/oct99/articles/rye/rye.htm>. [Acedido: 12-Set-2017].
- [4] M. Murata, T. Namekawa, and R. Hamabe, “A proposal for standardization of home bus system for home automation,” *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. CE-29, no. 4, pp. 524–530, 1983.
- [5] P. J. S. Monteiro, “Aplicação Android para sistema de Domótica,” p. 117, 2015.
- [6] ArqCompus, “Domótica - Arquitectura,” 2009. [Online]. Disponível em: <http://arqcompus-domotica.blogspot.pt/2009/06/arquitectura.html>. [Acedido: 12-Out-2017].
- [7] R. Pink, “ZigBee vs Z-Wave for the IoT,” 2017. [Online]. Disponível em: <http://electronics360.globalspec.com/article/8625/zigbee-vs-z-wave-for-the-iot>. [Acedido: 04-Set-2017].
- [8] R. Kadam, P. Mahamuni, and Y. Parikh, “Smart Home System,” *Int. J. Innov. Res. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 81–86, 2015.
- [9] IECor, “Estándares Internacionales De Domótica.” [Online]. Disponível em: <https://www.iecor.com/estandares-internacionales-de-domotica/>. [Acedido: 23-Ago-2017].
- [10] Z-Wave Alliance, “About Z-Wave Technology.” [Online]. Disponível

- em: [https://z-wavealliance.org/about\\_z-wave\\_technology/](https://z-wavealliance.org/about_z-wave_technology/). [Acedido: 23-Ago-2017]
- [11] Z-Wave Alliance, “Z-Wave Plus™ Certification.” [Online]. Disponível em: [https://z-wavealliance.org/z-wave\\_plus\\_certification/](https://z-wavealliance.org/z-wave_plus_certification/). [Acedido: 23-Ago-2017]
- [12] CentralCasa, “EuroX10.” [Online]. Disponível em: <http://www.eurox10.com/>. [Acedido: 20-Set-2017].
- [13] G. Legg, “ZigBee: Wireless Technology for Low-Power Sensor Networks.” [Online]. Disponível em: [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1273507](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1273507). [Acedido: 25-Set-2017].
- [14] M. DiBenedetto, “Home Automation and Power conservation using ZigBee®,” Dezembro, 2009.
- [15] SmartCube, “KNX - O que é?,” 2013. [Online]. Disponível em: <http://www.smartcube.pt/o-que-e.html>. [Acedido: 20-Set-2017].
- [16] D. Santos, “DOMOT: Topologia KNX,” vol. 2010, pp. 1–21, 2010.
- [17] D. Palma, “Domótica KNX/EIB de Baixo Custo,” p. 109, 2008.
- [18] L. Alberto and C. Sousa, “Sistema modular de comunicação e controlo de dispositivos sensores / atuadores : Um ensaio na NextToYou - Network Solutions , Lda .,” 2012.
- [19] Insteon, “Insteon White Paper: The Details,” *Version 2.0*, pp. 1–58, 2013.
- [20] Insteon, “Insteon: The Technology.” [Online]. Disponível em: <http://www.insteon.com/technology/#>. [Acedido: 26-Set-2017].
- [21] C. Withanage, R. Ashok, C. Yuen, and K. Otto, “A comparison of the popular home automation technologies,” *2014 IEEE Innov. Smart Grid Technol. - Asia, ISGT ASIA 2014*, pp. 600–605, 2014.

- [22] EnOcean GmbH, “EnOcean – The World of Energy Harvesting Wireless Technology,” no. January, pp. 1–6, 2016.
- [23] J. Ploennigs, U. Ryssel, and K. Kabitzsch, “Performance analysis of the EnOcean wireless sensor network protocol,” *2010 IEEE 15th Conf. Emerg. Technol. Fact. Autom. (ETFA 2010)*, pp. 1–9, 2010.
- [24] J. Knisley, “The Basics of LonWorks.” [Online]. Disponivel em: <http://www.ecmweb.com/content/basics-lonworks>. [Acedido: 26-Set-2017].
- [25] Vera, “Fórum MiCasaVerde.” [Online]. Disponivel em: <http://forum.micasaverde.com/>. [Acedido: 21-Set-2017].
- [26] Zipato, “Zipabox.” [Online]. Disponivel em: <https://www.zipato.com/product/zipabox>. [Acedido: 21-Set-2017].
- [27] Zipato, “Zipatile.” [Online]. Disponivel em: <https://www.zipato.com/product/zipatile-zbee>. [Acedido: 21-Set-2017].
- [28] GetDiO, “Homebox Smart Home Automation System.” [Online]. Disponivel em: <https://getdio.com/en/our-solutions/14-homebox-smart-home-automation-5411478001010.html>. [Acedido: 21-Set-2017].
- [29] Zennio, “Zennio Products.” [Online]. Disponivel em: <http://zennio.com/products>. [Acedido: 27-Set-2017].
- [30] Insteon, “Insteon Products.” [Online]. Disponivel em: <http://www.insteon.com/products/>. [Acedido: 27-Set-2017].
- [31] P. Group, “My KNX Store.” [Online]. Disponivel em: <http://www.myknxstore.co.uk/>. [Acedido: 27-Set-2017].
- [32] X10, “X10 Home Gadgets.” [Online]. Disponivel em: <https://www.x10.com/>. [Acedido: 27-Set-2017].
- [33] Domo-Supply, “NodOn EnOcean in wall module double relay.” [Online]. Disponivel em: <http://shop.domo-supply.com/en/micro->

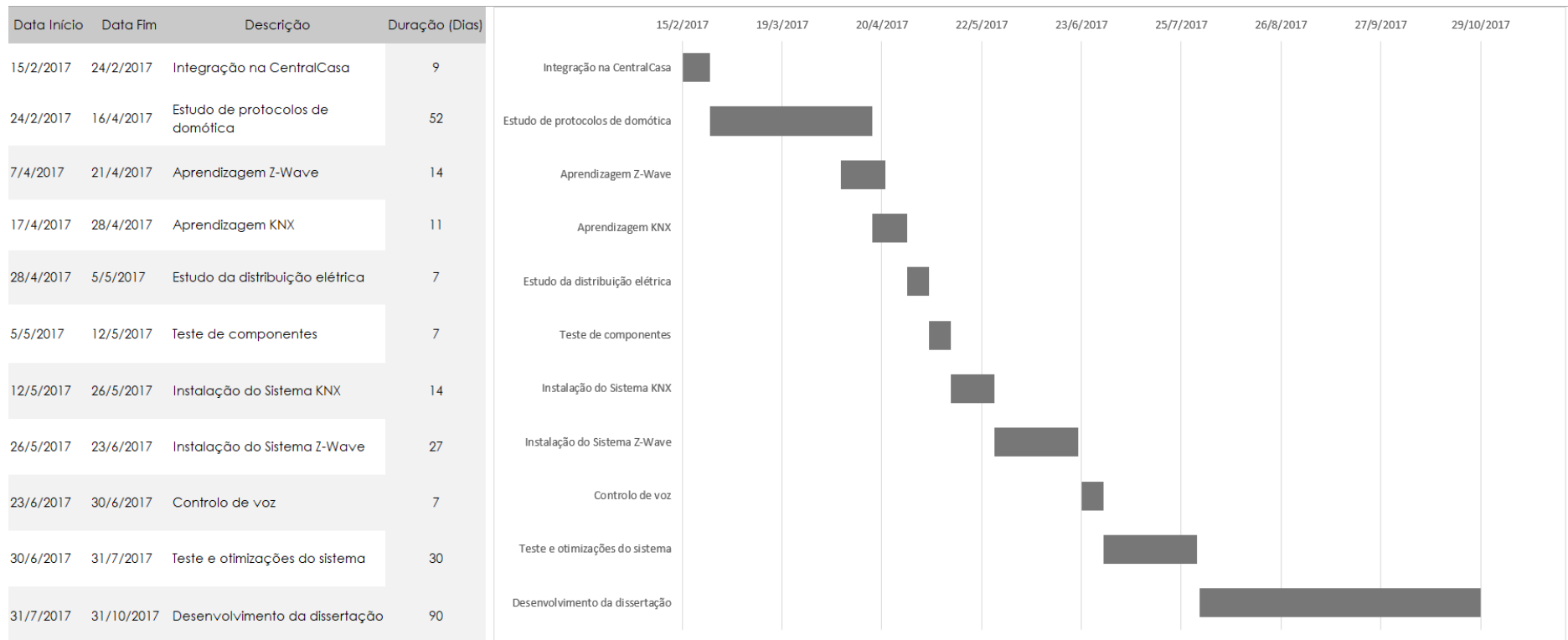
modules/639-nodon-enocean-in-wall-module-double-relay-sin-2-2-00.html. [Acedido: 28-Set-2017].

- [34] D. dos Santos, “Funcionamento dos Relês.” [Online]. Disponível em: <http://www.infoescola.com/electronica/rele/>. [Acedido: 28-Set-2017].
- [35] Zipato, “Micromodule Single Switch Max Load: 11A - Quick installation guide v1.0,” pp. 1–4.
- [36] Qubino, “Micromódulo Dimmer.”
- [37] Vesternet, “Using Fibaro Dimmers with LED Lights.” [Online]. Disponível em: <http://www.vesternet.com/resources/application-notes/apnt-24#.Wc02WGiPKiM>. [Acedido: 28-Set-2017].
- [38] Fibaro, “Operating Manual Fibaro Roller Shutter 2 - FGR-222-EN-A-v1.1.”
- [39] Fibaro, “Fibaro RGBW Controller - FGRGBWM-411-v.1.00.”
- [40] APSEI, “Retentores Electromagnéticos para portas de batente,” pp. 1–2.
- [41] Zipato, “IR Extender - User Guide.”
- [42] Secure, “SRT-321 - User and Installation Instructions.”
- [43] Apple, “Reverb for Amazon Alexa by Rain - iTunes,” 2017. [Online]. Disponível em: <https://itunes.apple.com/us/app/reverb-for-amazon-alexa/id1144695621?mt=8>. [Acedido: 06-Out-2017]



# ANEXO A. CALENDARIZAÇÃO

## A1. Planeamento de projeto





## ANEXO B. ENDEREÇAMENTOS DE GRUPO DO SISTEMA KNX

## B1. 0/0 Time & Data

### 0/0/1 Time

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
■↕0: a) [General] Time - Current Time	1.1.2 InZennio Z38i	S	time of day	C	-	E	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	3 bytes	Baixo	0/0/1
■↕0: a) [General] Time - Current Time	1.1.8 InZennio Z38	S		C	-	E	T	-	InZennio Z38	InZennio Z38 4.3	3 bytes	Baixo	0/0/1
■↕1: Object 1 - DPT 10 - 3 bytes	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	time	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	3 bytes	Baixo	0/0/1

### 0/0/2 Data

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
■↕1: a) [General] Date - Current Date	1.1.2 InZennio Z38i	S	date	C	-	E	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	3 bytes	Baixo	0/0/2
■↕1: a) [General] Date - Current Date	1.1.8 InZennio Z38	S		C	-	E	T	-	InZennio Z38	InZennio Z38 4.3	3 bytes	Baixo	0/0/2
■↕2: Object 2 - DPT 11 - 3 bytes	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	date	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	3 bytes	Baixo	0/0/2

### 0/1/1 Temperature P1

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
■↕3: a) [General] Temperature - Inter...	1.1.8 InZennio Z38	S		C	L	-	T	-	InZennio Z38	InZennio Z38 4.3	2 bytes	Baixo	0/1/1
■↕4: Object 4 - DPT 09 - 2 bytes	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	2-byte floa...	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	2 bytes	Baixo	0/1/1

## 0/2/0 Geral

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
0: Channel A - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/1, 0/2/0, 0/2/1
0: Output 1 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/1, 0/2/0, 0/2/2
3: Channel B - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/2, 0/2/0, 0/2/1
5: Output 2 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/2, 0/2/0, 0/2/2
6: Channel C - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/3, 0/2/0, 0/2/1
8: b) [Home; Box 2] Light On/Off -...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	-	-	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	0/2/0
9: Channel D - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/4, 0/2/0, 0/2/1
9: c) [Home 2; Box 2] Light On/Off...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	-	-	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	0/2/0
10: Output 3 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/3, 0/2/0, 0/2/2
12: Channel E - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/5, 0/2/0, 0/2/1
15: Channel F - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/6, 0/2/0, 0/2/1
15: Output 4 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/4, 0/2/0, 0/2/2
18: Channel G - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/7, 0/2/0, 0/2/1
20: Output 5 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/5, 0/2/0, 0/2/2
21: Channel H - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/8, 0/2/0, 0/2/1
25: Output 6 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/6, 0/2/0, 0/2/2

## 0/2/1 PO

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
0: Channel A - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/1, 0/2/0, 0/2/1
3: Channel B - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/2, 0/2/0, 0/2/1
6: Channel C - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/3, 0/2/0, 0/2/1
9: Channel D - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/4, 0/2/0, 0/2/1
12: Channel E - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/5, 0/2/0, 0/2/1
15: Channel F - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/6, 0/2/0, 0/2/1
15: c) [Home 2; Box 5] Light On/Of...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	-	-	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	0/2/1
18: Channel G - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/7, 0/2/0, 0/2/1
21: Channel H - Switch	1.1.1 Load switch N 512	-		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/8, 0/2/0, 0/2/1

0/2/2 P1

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
0: Output 1 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/1, 0/2/0, 0/2/2
5: Output 2 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/2, 0/2/0, 0/2/2
10: Output 3 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/3, 0/2/0, 0/2/2
15: Output 4 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/4, 0/2/0, 0/2/2
17: c) [Home 2; Box 6] Light On/Of...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	-	-	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	0/2/2
20: Output 5 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/5, 0/2/0, 0/2/2
25: Output 6 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	-		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/6, 0/2/0, 0/2/2

## B2. 1 Lightning ON/OFF

1/1/1 Entrada

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
0: Channel A - Switch	1.1.1 Load switch N 512	S		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/1, 0/2/0, 0/2/1
5: Object 5 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	1/1/1
6: b) [Home; Box 1] Light On/Off -...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	-	-	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	1/1/1
102: e) [Clima 1] ON/OFF Sending...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	L	-	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	1/1/1

1/1/2 Tecto Rio

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
3: Channel B - Switch	1.1.1 Load switch N 512	S		C	-	E	-	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	1/1/2, 0/2/0, 0/2/1
7: Object 7 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	1/1/2
10: b) [Home; Box 3] Light On/Off...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	-	-	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	1/1/2

### 1/3/1 Light 01

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
0: Output 1 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	S		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/1, 0/2/0, 0/2/2
6: b) [Home; Box 1] Light On/Off -...	1.1.8 InZennio Z38	S		C	-	-	T	-	InZennio Z38	InZennio Z38 4.3	1 bit	Baixo	1/3/1
21: Object 21 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	1/3/1

### 1/3/2 Light 02

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
5: Output 2 - ON/OFF	1.1.7 6-output module 10A	S		C	L	E	-	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	1/3/2, 0/2/0, 0/2/2
8: b) [Home; Box 2] Light On/Off -...	1.1.8 InZennio Z38	S		C	-	-	T	-	InZennio Z38	InZennio Z38 4.3	1 bit	Baixo	1/3/2
23: Object 23 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	1/3/2

### 1/3/7 Temperature P0

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
3: a) [General] Temperature - Inter...	1.1.2 InZennio Z38i	S	temperatu...	C	L	-	T	-	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	2 bytes	Baixo	1/3/7
3: Object 3 - DPT 09 - 2 bytes	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	2-byte floa...	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	2 bytes	Baixo	1/3/7

## B3. 2 Lightning STATUS

### 2/1/1 Entrada

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
1: Channel A - Status	1.1.1 Load switch N 512	S		C	L	-	T	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	2/1/1
6: Object 6 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	2/1/1
18: b) [Home; Box 1] Light Indicato...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	-	E	T	A	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	2/1/1

## 2/1/2 Tecto Rio

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
4: Channel B - Status	1.1.1 Load switch N 512	S		C	L	-	T	-	Load switch N 512	20 A8 Binary with status 900701	1 bit	Baixo	2/1/2
8: Object 8 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	2/1/2
22: b) [Home; Box 3] Light Indicato...	1.1.2 InZennio Z38i	S	switch	C	-	E	T	A	InZennio Z38i	InZennio Z38i 2.1	1 bit	Baixo	2/1/2

## 2/2/1 Light 01

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
4: Output 1 - Status indication	1.1.7 6-output module 10A	S		C	L	-	T	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	2/2/1
18: b) [Home; Box 1] Light Indicato...	1.1.8 InZennio Z38	S		C	-	E	T	A	InZennio Z38	InZennio Z38 4.3	1 bit	Baixo	2/2/1
22: Object 22 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	2/2/1

## 2/2/2 Light 02

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
9: Output 2 - Status indication	1.1.7 6-output module 10A	S		C	L	-	T	A	6-output module 1...	TL206C V2.1	1 bit	Baixo	2/2/2
20: b) [Home; Box 2] Light Indicato...	1.1.8 InZennio Z38	S		C	-	E	T	A	InZennio Z38	InZennio Z38 4.3	1 bit	Baixo	2/2/2
24: Object 24 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	2/2/2

## B4. 3 Retainer Timer

### 3/1/1 Retainer 01

Objeto ^	Dispositivo	Transmis:	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compri	Priorida	Endereço de Grupo
0: Object A - Input 1	1.1.4 Push-button interface, 2-...	S		C	-	E	T	-	Push-button interfa...	Multifunction.Counter.LED 122A/1.2	1 bit	Baixo	3/1/1
33: Object 33 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	3/1/1
96: [O1] ON/OFF - N.C. (0=Close R...	1.1.3 ACTinBOX MAX6	S	switch	C	-	E	-	-	ACTinBOX MAX6	ACTinBOX MAX6 3.3	1 bit	Baixo	3/1/1
102: [O1] Status - 0=Output OFF; 1...	1.1.3 ACTinBOX MAX6	S	switch	C	L	-	T	-	ACTinBOX MAX6	ACTinBOX MAX6 3.3	1 bit	Baixo	3/1/1

### 3/2/1 Retainer 04

Objeto ^	Dispositivo	Transmis	Tipo de Da	C	L	E	T	A	Produto	Programa	Compr	Priorida	Endereço de Grupo
■ 3: Object A - Input 2	1.1.5 Push-button interface, 2-...	S		C	-	E	T	-	Push-button interfa...	Multifunction.Counter.LED 122A/1.2	1 bit	Baixo	3/2/1
■ 36: Object 36 - DPT 01 - 1 bit	1.1.9 KNX Serial BAOS 820/870	S	1-bit	C	L	E	T	A	KNX Serial BAOS 8...	KNX Serial BAOS 820/870	1 bit	Baixo	3/2/1
■ 99: [04] ON/OFF - N.C. (0=Close R...	1.1.3 ACTinBOX MAX6	S	switch	C	-	E	-	-	ACTinBOX MAX6	ACTinBOX MAX6 3.3	1 bit	Baixo	3/2/1
■ 105: [04] Status - 0=Output OFF; 1...	1.1.3 ACTinBOX MAX6	S	switch	C	L	-	T	-	ACTinBOX MAX6	ACTinBOX MAX6 3.3	1 bit	Baixo	3/2/1



# ANEXO C. LISTA DE CÓDIGOS PARA O IR EXTENDER

