



Protocolos de Automação Doméstica - Solução de Automação Residencial e Vigilância Baseada em Protocolo Z-Wave

JOÃO PEDRO ARAÚJO GONÇALVES

novembro de 2017

PROCOLOS DE AUTOMAÇÃO DOMÉSTICA

SOLUÇÃO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E
VIGILÂNCIA BASEADA EM PROTOCOLO Z-WAVE

JOÃO PEDRO ARAÚJO GONÇALVES

Dissertação submetida para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2017

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: João Pedro Araújo Gonçalves, N° 1150026, 1150026@isep.ipp.pt

Empresa: CentralCasa, Projetos de Domótica Lda.



Orientação Científica: João Miguel Queirós Magno Leitão, jml@isep.ipp.pt

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



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2017

Por ti, por nós...

Agradecimentos

Ao meu orientador por toda a sua disponibilidade e indicações dadas para a elaboração desta dissertação.

Ao engenheiro Carlos Silva, pela oportunidade, abertura, receptividade e incondicional apoio durante todo o tempo em que estive integrado na equipa da CentralCasa, Projetos de Domótica.

Ao Daniel Gomes, pela demonstração de conhecimento e pela incansável disponibilidade para ajudar em toda e qualquer situação.

Em especial aos meus pais, por todo o esforço. Por todas as palavras de incentivo, carinho e preocupação ao longo de toda a minha vida. Convosco aprendi que independentemente das escolhas que fiz podemos sempre sair com um sorriso no rosto e sentimento de dever cumprido.

À minha irmã, por todos os gestos de afeto, estímulo e determinação para um percurso onde, não duvido, serás tão ou melhor sucedida que eu.

À Helena Sofia Rodrigues pela compreensão, amor e companheirismo que me fizeram ultrapassar todos os momentos mais difíceis ao longo deste ano.

Aos meus amigos, sempre presentes nos momentos especiais e mais importantes.

A toda a equipa da CentralCasa, CSide e PontoPR pelo acolhimento e pelo extraordinário ambiente de trabalho.

A todos vocês, o meu mais sincero obrigado!

Resumo

As tecnologias de informação e comunicação espalharam-se pelas nossas vidas para facilitar as nossas tarefas quotidianas e aumentar a qualidade da nossa existência em todos os domínios. A automatização e integração dos diferentes sistemas domésticos, assume um papel muito importante na gestão das habitações e empresas aumentando a sua autonomia, independência e autoconfiança.

A “domótica” é uma ciência, e apesar de estar associada a um objetivo fundamental de conforto, existem outras situações onde a domótica pode ser importante. Detecção de situações de emergência tais como incêndios ou fugas de gás ou água, ou deteção e sinalização de situações de intrusão são um exemplo daquilo que a domótica pode apoiar de uma forma muito profissional e capaz.

Ao longo do meu estágio na CentralCasa, Projetos de Domótica, onde tive oportunidade de redigir esta dissertação, foi-me proposto conhecer, avaliar e perceber os vários protocolos associados à automação residencial. Percecionar quais os protocolos em fim de vida, quais os protocolos com margem de expansão. Para além disto, o objetivo principal desta dissertação passa por perceber efetivamente quais as diferenças e limitações de duas soluções de vigilância e controlo habitacional apoiadas no protocolo *Z-Wave*.

Deste modo, neste documento são apresentados alguns dos principais protocolos de automação doméstica, nomeadamente aqueles com os quais existiu mais contacto, as suas principais características e as vantagens e desvantagens da sua utilização.

Paralelamente a isso, foram desenvolvidas duas soluções baseadas no protocolo *Z-Wave* para uma moradia na cidade do Porto, e apresentadas as grandes diferenças em termos de configuração, de interface e de utilização. Foi possível perceber que estas duas soluções são ideais para situações diferentes. Enquanto uma é mais intuitiva e interessante para associar um sistema de vigilância, a outra é economicamente mais agradável, muito mais abrangente e permite realizar de igual forma o a automação de uma residência.

Palavras-Chave

Domótica, Automação Doméstica, Protocolos, Z-Wave, Vigilância, Controladores

Abstract

Information and communication technologies have spread throughout our lives to facilitate our day-to-day tasks and increase the quality of our existence in all areas. The automation and integration of different home systems plays a very important role in the management of homes and businesses, increasing their autonomy, independence and self-confidence.

"Home Automation" is a science, and although it is associated with a fundamental goal of comfort, there are other situations where it can be important. Detection of emergency situations such as fires or leaks of gas or water, or detection and signalling of intrusion situations are an example of what home automation can support in a very professional and capable way.

Throughout my internship at CentralCasa, Projetos de Domótica, where I had the opportunity to write this dissertation, I was proposed to know, evaluate and understand the protocols associated with residential automation. Identifying which protocols are at the end of life and which protocols have margin of expansion. In addition, the main objective of this dissertation is to understand effectively the differences and limitations of two surveillance and control solutions supported by the Z-Wave protocol.

In this way, this document presents some of the main protocols of home automation, namely those with which there was more contact, the main characteristics and the advantages and disadvantages of its use.

Parallel to this, two solutions were developed based on the Z-Wave protocol for a house in the city of Porto, and presented the great differences in terms of configuration, interface and use. It was possible to realize that these two solutions are ideal for different situations. While one is more intuitive and interesting to associate a surveillance system, the other is economically more pleasant, much more comprehensive and allows to carry out the same home control.

Keywords: Domotics, Home Automation, Protocols, Z-Wave, Surveillance, Controller

Índice

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ACRÓNIMOS	XIV
1. INTRODUÇÃO	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	4
1.4. CONTRIBUIÇÃO DA DISSERTAÇÃO	5
2. AUTOMAÇÃO DOMÉSTICA	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
2.1. DOMÓTICA.....	6
2.2. REDE DOMÓTICA.....	8
2.3. CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE DOMÓTICA	10
2.4. APLICABILIDADE DA DOMÓTICA	15
2.5. PROTOCOLOS DE AUTOMAÇÃO DOMÉSTICA	21
2.6. RESUMO DE PROTOCOLOS	47
3. CATÁLOGO Z-WAVE	49
3.1. CONTROLADORES	50
3.2. MÓDULOS DE ILUMINAÇÃO	54
3.3. MÓDULOS PARA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS.....	57
3.4. MÓDULOS DE ESTORES.....	57
3.5. MÓDULOS DE CLIMATIZAÇÃO	58
3.6. SENSORES	60
3.7. FECHADURAS DE SEGURANÇA	63
3.8. MÓDULOS DE GESTÃO ENERGÉTICA.....	63
3.9. EQUIPAMENTOS FUTUROS.....	64
4. CASO PRÁTICO	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
4.1. PERFIL DA INSTALAÇÃO	66
4.2. ESTRUTURA	68
4.3. SOLUÇÃO A (CONTROLADOR Z-WAVE NATIVO).....	78
4.4. SOLUÇÃO B (CONTROLADOR <i>RASPBERRY + HOME ASSISTANT</i>)	96
5. CONCLUSÕES	111
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
5.2. TRABALHO FUTURO	113
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	115
ANEXO A. FREQUÊNCIAS MUNDIAIS Z-WAVE	119

ANEXO B. PLANTAS HABITAÇÃO	122
ANEXO C. PLANTAS Z-WAVE	125

Índice de Figuras

Figura 1 - Constituição do Grupo CentralCasa	3
Figura 2 - Definição de Domótica	7
Figura 3 - Divisão da Domótica em 4 Áreas	8
Figura 4 - Exemplo de Esquema uma Rede Domótica	9
Figura 5 - Sistema de Automação Centralizado	11
Figura 6 - Sistema de Automação Descentralizado	12
Figura 7 - Sistema Domótico com Protocolo X10	23
Figura 8 - Endereçamento de Código X10	23
Figura 9 - Onda Sinusoidal com Injeção de um Sinal X-10 em Instalação Trifásica	24
Figura 10 - Envio de Sinais Binários 1e 0	25
Figura 11 - Exemplo de Transmissão de um Comando A2 ON	26
Figura 12 - Formato das Tramas CEBus	28
Figura 13 – Exemplo de Topologia de Rede LonWorks Ethernet e FT10	30
Figura 14 - Rede "Peer to Peer"	32
Figura 15 - Retransmissão de Comandos entre Dispositivos	32
Figura 16 - Instalação com Protocolo Insteon	33
Figura 17 - Configuração de uma Rede Insteon	34
Figura 18- Exemplo de Instalação KNX	37
Figura 19 - Gateways Residenciais Z-Wave	50
Figura 20 -Z-Wave USB Stick Generation 5	51
Figura 21 - Exemplo de Componentes do <i>Home Assistant</i>	53
Figura 22 - Micromódulo de Iluminação <i>Qubino</i>	55
Figura 23 - "Dimmer 2" da Fibaro	56
Figura 24 - AeonLabs Smart Switch 6	57
Figura 25 - Interruptor de Estores Duwi	58
Figura 26 - Micromódulos de Estores Qubino	58
Figura 27 - Conjunto Termóstato Mais Atuador Z-Wave	58
Figura 28 - Termostato LC 13 Danfoss para Radiadores	59
Figura 29 - Funcionamento Extensor Z-Wave para IV	60
Figura 30 - "Multisensor 6" da AeonLabs	61
Figura 31 - Fechadura Z-Wave	63
Figura 32 - Medidor de Consumo Energético Z-Wave	64
Figura 33 - Moradia de Estudo - Rua dos Castelos – Porto	67
Figura 34 - Localização do Controlador Z-Wave	69
Figura 35 - Esquema de Ligação de Micromódulo de Iluminação 2 Saídas	70
Figura 36 - Instalação de um Medidor Inteligente em Quadro Elétrico	72
Figura 37 -Esquema de Ligação de um Medidor Inteligente	73
Figura 38 - Localização dos Sensores de Movimento no Piso Superior e Inferior	74

Figura 39 - Localização dos Sensores de Fumo	75
Figura 40 - Localização das Câmaras IP Exteriores	77
Figura 41- Processo para Adicionar o Controlar à Conta Vera	78
Figura 42 - Lista de Controladores Associados à Conta do Utilizador	79
Figura 43 - Lista de Dispositivos Z-Wave para Adicionar	80
Figura 44 - Controlador em Modo de Emparelhamento	81
Figura 45 - Processo de Inclusão de Câmara IP no VeraEdge	82
Figura 46 - Configuração Manual para Câmara IP no VeraEdge	82
Figura 47 - Menu Interface VeraEdge	83
Figura 48 - Painel de Dispositivos do VeraEdge	84
Figura 49 - Parâmetro que Obriga o Micromódulo de Estores a Uma Calibração	85
Figura 50 - Interface VeraEdge com Duas Câmaras Instaladas	86
Figura 51 - Interface com Stream em Direto	87
Figura 52 - Menu de Configurações de Câmara IP no VeraEdge	87
Figura 53 - Configuração de Hot Zones para Câmara IP no VeraEdge	89
Figura 54 - Menu de Gravação Automática de Câmara IP	90
Figura 55 - Configurações Avançadas Câmara IP	90
Figura 56 - Painel de Cenários no VeraEdge	92
Figura 57 - Criação da Calendarização de um Cenário	92
Figura 58 - Definição da Percentagem de Abertura do Estore no Cenário	93
Figura 59 - Último Passo para Criação de Um Cenário no VeraEdge	93
Figura 60 - Criação do Cenário de Gravação de Segurança	94
Figura 61 - Interface Inicial do Home Assistant	96
Figura 62 - Instalação de Add-Ons no Home Assistant	97
Figura 63 - Processo de Aberturas de Porta em Router de Internet	98
Figura 64 - Atribuição de Domínio através do DuckDNS (Fonte: duckDNS.org)	99
Figura 65 - Configuração do duckDNS no Home Assistant	99
Figura 66 - Procedimento para Renomear Dispositivo no Home Assistant	104
Figura 67 - Esconder Dispositivos Indesejados no Home Assistant	105
Figura 68 - Exemplo de Interface Home Assistant para Solução B	105
Figura 69 - Excerto de Histórico do Home Assistant	106
Figura 70 - Painel de Configuração do Home Assistant	107
Figura 71 - Definição do Gatilho para o Cenário no Home Assistant	108
Figura 72 - Condição Presente num Cenário do Home Assistant	108
Figura 73 - Definição da Ação para um Cenário no Home Assistant	109
Figura 74 - Cenários na Interface do Home Assistant com Botão de On/Off	109
Figura 75 - Lista de Ações para Dispositivos de Iluminação no Home Assistant	110

Índice de Tabelas

Tabela 1- Calendarização do Projeto	4
Tabela 2 - Comparação entre Tecnologias Sem Fios	41
Tabela 3 - Comparação entre Protocolos de Automação Residencial	47
Tabela 4 - Comparação entre Alguns Controladores Z-Wave	54
Tabela 5 - Comparação entre Alguns Micromódulos de Iluminação	56
Tabela 6 - Comparação entre Alguns Sensores Z-Wave	62
Tabela 7 – Comparação entre Solução A e B	113

Acrónimos

MEE-SEE	–	Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia
RF	–	Radiofrequência
AC	–	Alternating Current
DC	–	Direct Current
EIA	–	Electronics Industries Association - Associação de Indústrias Eletrônicas
EIB	–	European Installation Bus
EIBA	–	European Installation Bus Association
EHS	–	Europeana Home Systems
IP	–	Internet Protocol
IV	–	Infravermelho
CO	–	Monóxido de Carbono
UV	–	Ultravioleta
MIT	–	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
POE	–	Power Over Ethernet

INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi elaborada, em ambiente empresarial, ao longo do segundo ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEE-SEE), do Departamento de Engenharia Eletrotécnica, do Instituto Superior de Engenharia do Porto. A empresa hospedeira denomina-se CentralCasa, Projetos de Domótica Lda e está há 15 anos no mercado da automação, sendo detentora da maior plataforma on-line da europa de comercialização de produtos de domótica.

Ao longo do presente capítulo serão apresentados não só os principais objetivos e contribuições inerentes a este trabalho, mas também a contextualização e organização do mesmo.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Esta dissertação surge da vontade da CentralCasa, Projetos de Domótica Lda ampliar o seu conhecimento para uma melhor resposta ao cliente e apoio pós-venda. A CentralCasa começou por ser um projeto embrionário da PontoPR, empresa que opera no campo das novas tecnologias e que assumiu, desde a sua implementação, no ano de 1999, a intersecção de três grandes áreas: a Internet, o e-marketing e a domótica. [1]

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. A empresa é legalmente constituída em Agosto de 2003, com a missão de oferecer o melhor serviço especializado na área da Domótica, com valor acrescentado em “*know how*”, inovação e formação. [1]

A CentralCasa divide a sua operação em 4 áreas fulcrais, sendo elas projetos, formação, distribuição de equipamentos e investigação e desenvolvimento.

O departamento de projetos é um dos principais, e está, como o próprio nome indica, responsável pela elaboração dos projetos de para empreendimentos e moradias, sem esquecer a programação dos sistemas e o acompanhamento/fiscalização em obra.

A distribuição de equipamentos de domótica é também uma área pilar na empresa. Em apenas um ano a empresa assumiu a grande maioria da quota (85%) do mercado de automação residencial. Os principais canais impulsionadores foram a constituição de uma rede de revendedores e instaladores, e o contrato de exclusividade de fornecimento de material de X10 para a PT Comunicações. Em 2009 a CentralCasa lançou o portal EuroX10. Uma loja online para a comercialização de produtos/soluções de automação, vigilância, segurança, etc. a nível europeu. Em pouco tempo, aproximadamente ano e meio, o EuroX10 tornou-se uma referência nestes mercados. [1]

O departamento de investigação e desenvolvimento da CentralCasa está constantemente em busca de conhecimento, desenvolvendo soluções para controlo de domótica, local ou remotamente. Entre vários prémios e destaques a CentralCasa criou a *CSide – Intelligent Solutions S.A.*. Esta empresa do grupo CentralCasa ficará responsável por toda a área de investigação e desenvolvimento de *software*. A *CSide S.A.* tem como objetivo oferecer uma resposta dedicada, otimizada para o mercado de operadores de telecomunicações e outras entidades de dimensão elevada.

A domótica, pela automatização e integração dos diferentes sistemas domésticos, assume um papel muito importante na gestão das habitações e empresas aumentando a sua autonomia, independência e autoconfiança. Para que os resultados sejam os melhores a CentralCasa promove um suporte técnico especializado pré e pós-venda e é nesse sentido que procura desenvolver o know-how em soluções “*open-source*” para automação e controlo residencial.

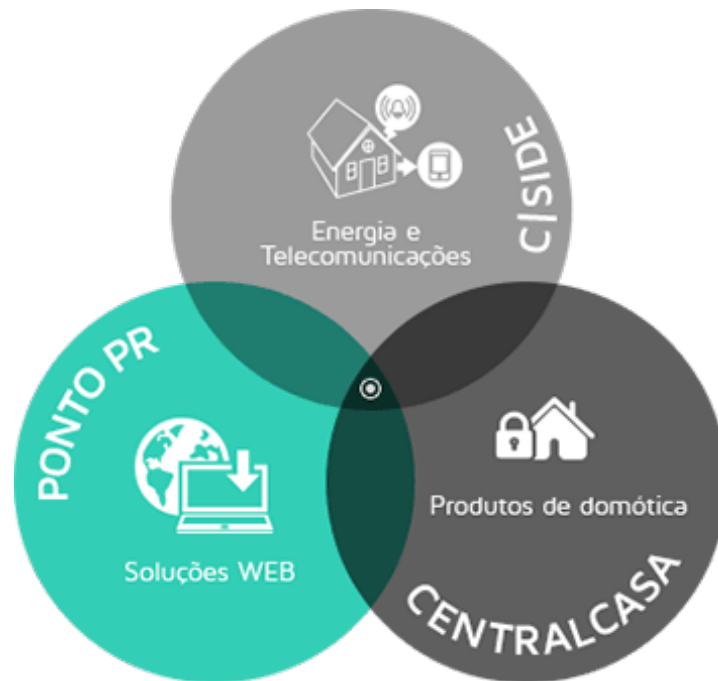


Figura 1 - Constituição do Grupo CentralCasa (Fonte: centralcasa.pt)

1.2. OBJETIVOS

O principal objetivo desta dissertação é perceber efetivamente quais as diferenças e limitações de duas soluções de vigilância e controlo habitacional apoiadas no protocolo *Z-Wave*. Uma das soluções contemplará o uso de um controlador *Z-Wave* nativo da marca *VERA* com software pago (*VERASentinel*), e a outra solução será baseada num *Raspberry Pi 3* e um *software* gratuito denominado *Home Assistant*.

Dada a complexidade inerente a este objetivo, sentiu-se a necessidade de o subdividir em múltiplas tarefas de realização mais simples, tais como:

- Integração de sensores e atuadores *Z-Wave* nos controladores;
- Desenvolvimento de cenários/macros para controlo calendarizado e autónomo;
- Integração de câmaras de vigilância IP nos controladores;

➤ Desenvolvimento de método de gravação de imagem;

Para além deste objetivo foi também proposto conhecer, avaliar e perceber os vários protocolos associados à automação residencial. Percecionar quais os protocolos em fim de vida, quais os protocolos com margem de expansão e o que será possível e passível de ser acrescentado ao catálogo de equipamentos de domótica habitacional.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

As páginas pré-textuais deste trabalho apresentam os agradecimentos, o resumo, o índice, o índice de figuras e os acrónimos. No capítulo 1 referente á introdução, estão referenciados os objetivos da dissertação, a contextualização bem como a organização deste relatório. No capítulo seguinte, 2, é introduzido o conceito de “automação residencial” e são apresentados os principais protocolos de automação que vigoram no mercado, as suas características fundamentais e correspondentes modos de funcionamento. De seguida, no capítulo 3, é analisado o catálogo de equipamentos *Z-Wave*, são dados a conhecer vários equipamentos, incluindo alguns que são usados no caso prático e mencionados alguns equipamentos que deveriam ser criados ou revistos dentro deste catálogo. O 4º capítulo contem o desenvolvimento deste caso de estudo, metodologias e resultados. No 5º e último capítulo estão descritas as principais conclusões e contribuições desta dissertação, sendo também citadas algumas sugestões e perspetivas de trabalho futuro.

Tabela 1- Calendarização do Projeto

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto
Estudo de Protocolos	■							
Estudo Equip. Z-Wave		■						
Visita a Instal. Z-Wave				■				
Testes Solução A (Vera Edge)					■			
Testes Solução B (Raspberry)							■	
Elaboração da Dissertação			■				■	

1.4. CONTRIBUIÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A contribuição desta dissertação baseia-se efetivamente nos padrões e valores defendidos pela CentralCasa. Será assim possível responder às dúvidas dos clientes que se interessam num sistema de vigilância integrado no controlador *Z-Wave*, e, tendo em conta as aspirações da empresa, aconselhar qual a solução mais vantajosa, económica e fiável para controlar e vigiar a casa da maneira mais cómoda possível.

Num futuro próximo a vulgaridade dos sistemas domóticos será uma realidade tão grande quanto o uso de eletrodomésticos nos nossos lares.[2] Tendo em conta esta realidade, os utilizadores terão mais facilidade de acesso a soluções para automação residencial se o recurso a *softwares* gratuitos for mais comum.

É possível criar uma solução de automação residencial *Z-Wave*, fiável e tecnicamente capaz utilizando um equipamento mais económico associado a um software gratuito? Esta é a questão que necessita de ser resolvida.

2. AUTOMAÇÃO DOMÉSTICA

2.1. DOMÓTICA

As tecnologias de informação e comunicação espalharam-se pelas nossas vidas para facilitar as nossas tarefas quotidianas e aumentar a qualidade da nossa existência em todos os domínios. Como em todos os outros domínios, também em ambientes domésticos muitos aparelhos se têm tornado rapidamente habilitados para a automação. [3]

O termo “Casa Inteligente” está forçosamente associado ao conceito de automação residencial. As várias definições empregues ao conceito de automação residencial baseiam-se quase na sua totalidade num sistema integrado que permite, de uma forma simples, controlar, com um só equipamento, tudo o que diz respeito a uma habitação.

A “domótica” é a ciência que aplica tecnologias de computadores e robôs a eletrodomésticos. A “domótica” é isto mesmo, a junção de “*domus*”, que significa casa, com “robótica” deixa bem claro que o domínio das funções dos aparelhos residenciais pode ser uma realidade bem presente no quotidiano dos utilizadores, como podemos observar no esquema da figura 2. Esta ciência, ligada ao controlo e automação de habitações, tem como objetivos fundamentais oferecer um maior conforto e maior segurança, seja a nível da deteção de situações de emergência tais como incêndios ou fugas de gás ou água, seja a nível da deteção e sinalização de situações de intrusão. [4]

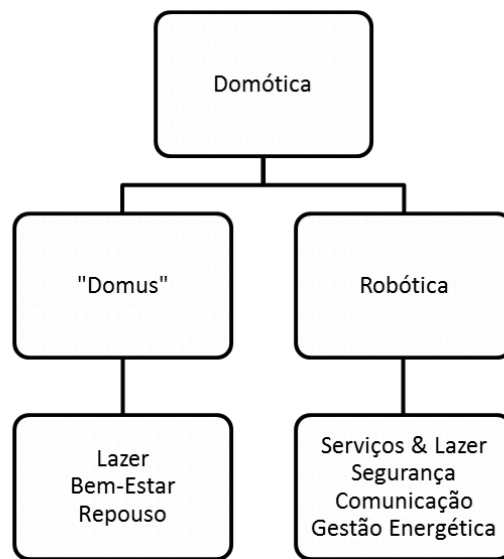


Figura 2 - Definição de Domótica (Fonte: [5])

Devido à domótica ser uma área bastante abrangente esta pode ser dividida de diversas formas. Podemos estabelecer a divisão da domótica em quatro áreas (figura 3): [5]

- Serviços & Lazer – Área responsável pela automatização dos diversos sistemas da residência como climatização, iluminação, entre outros. Permite aumentar os níveis de conforto da residência e libertar o utilizador de determinadas rotinas domésticas;
- Segurança – Área que permite dotar a residência de sistemas para a deteção de vários cenários indesejados, como intrusões, inundações, incêndios e fugas de gás;
- Comunicação – Área que abrange as comunicações internas (por exemplo entre o utilizador e o sistema de automatização residencial) e comunicações externas, ou seja, comunicar com a habitação via web ou dispositivos móveis;
- Gestão Energética – Área responsável pela racionalização dos consumos energéticos por parte dos diversos sistemas. Considerada uma área de vital importância no quotidiano atual face aos novos pressupostos energéticos e ambientais a nível mundial.

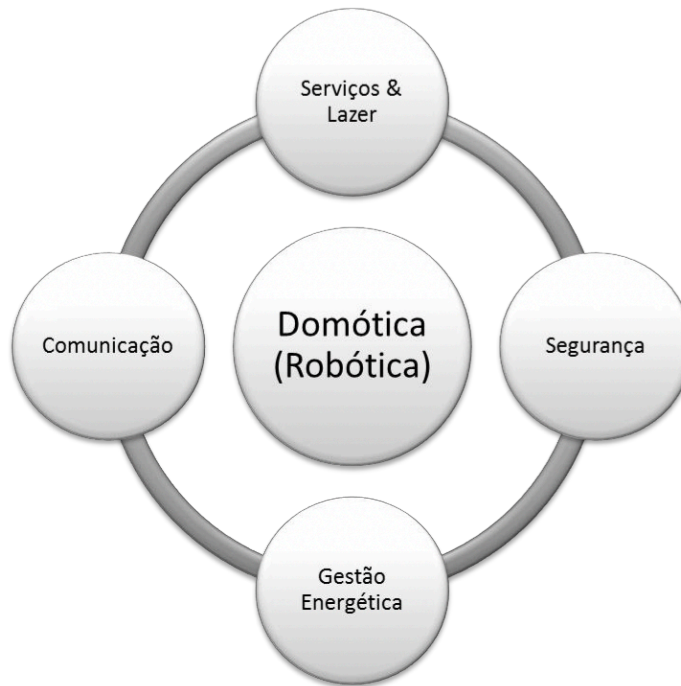


Figura 3 - Divisão da Domótica em 4 Áreas (Fonte: [5])

2.2. REDE DOMÓTICA

As redes domóticas (figura 4) têm vindo a assumir um papel de importância crescente em diversas áreas, nomeadamente nos edifícios do sector terciário, e têm vindo a expandir-se ao sector habitacional. [2]

Devido às inovações tecnológicas das últimas décadas o paradigma de habitação encontra-se neste momento em alteração. Atualmente uma habitação, não possui apenas a função de local de refúgio ou descanso, mas também ser um local de lazer, bem-estar e repouso. [5]

Os sistemas domóticos baseiam-se no uso de 5 tipos de dispositivos, sensores, atuadores, controladores, interfaces e dispositivos específicos, todos eles conectados por alguma rede (chamada rede de controlo). [6] Ao agir em conjunto e seguir algum protocolo, eles podem comportar-se de forma “inteligente”.

- Os sensores são dispositivos que recolhem a informação, sejam variáveis utilizadas no controlo (como a temperatura, velocidade, pressão, fugas de água, gás, etc.), sejam simplesmente dados para histórico (como medições de tensão e corrente), e a

entregam a outros equipamentos na rede usando uma rede de comunicação. São considerados dispositivos de entrada pois é a partir deles que a informação entra no sistema. [6]

- Os atuadores são dispositivos de saída, uma vez que a informação sai do sistema para o equipamento que desejamos controlar. São estes os aparelhos que ficam encarregues de desencadear a ação em si. Desde regular intensidades, dar ordens de *on* ou *off*, trancar e destrancar fechaduras ou subir e descer estores, tudo pode ser despoletado pelo atuador.
- Os controladores, tal como o próprio nome indica, controlam dispositivos na rede. Gerem a instalação e recebem a informação dos sensores transmitindo-a aos atuadores.
- As interfaces, fornecem e recebem informação do utilizador, constando normalmente em teclados, *displays*, *smartphones*, *tablets*, computadores, etc... [6]
- Os dispositivos específicos são elementos necessários ao funcionamento do sistema como por exemplo os modems ou routers que permitem o envio de informação entre os diversos meios de transmissão onde viaja a mensagem. [6]

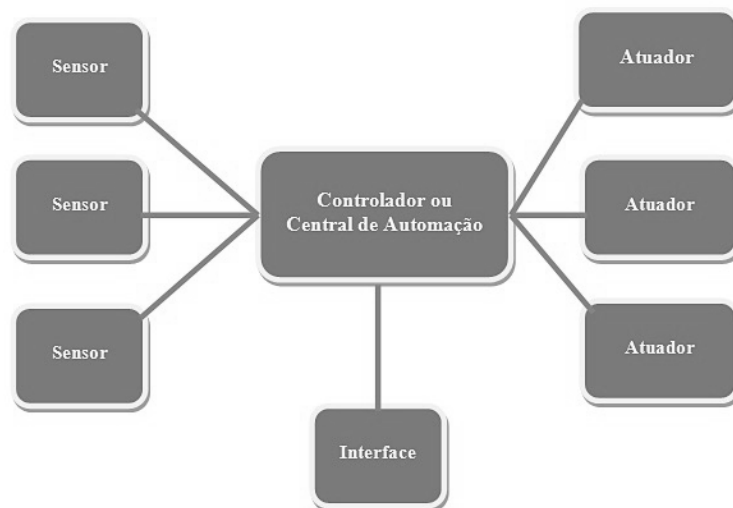


Figura 4 - Exemplo de Esquema uma Rede Domótica (Fonte: www.ebah.com)

2.3. CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE DOMÓTICA

Os sistemas de automação podem ser divididos em quatro categorias distintas, os níveis de interação, a arquitetura dos sistemas, o meio utilizado para transmissão de dados e a topologia da rede.

2.3.1. NÍVEIS DE INTERAÇÃO DE SISTEMAS DE DOMÓTICA

Os sistemas envolvidos no processo de automação residencial podem ser classificados em três níveis de interação, onde a complexidade está ligada ao grau de automatização dos sistemas. [7] Sendo:

- Sistemas Autónomos – são sistemas desenhados atuar um dispositivo específico de acordo com uma configuração pré-definida. Cada subsistema ou dispositivo é tratado independentemente, sem que tenham relação um com o outro. Este tipo de sistemas é de fácil instalação e tendencialmente mais económico, porém não grande nível de interatividade, uma vez que permite apenas realizar comandos básicos como *on* e *off* ou subir e descer.
- Sistemas Centralizados – são sistemas que baseiam o seu funcionamento numa unidade central que comanda vários outros dispositivos ou subsistemas. Cada um dos subsistemas desencadeia a função para a qual foi talhado. Os sistemas integrados oferecem maior nível de interação, porém a sua implementação é mais complexa e diretamente proporcional ao número de equipamentos de diferentes fabricantes.
- Sistemas Complexos – São sistemas que se tornam um gestor e não apenas um controlador remoto. Estes sistemas inteligentes dependem de comunicação bidirecional entre todos os subsistemas para um melhor desempenho, ou seja, um dispositivo recebe um sinal e devolve o seu status ao sistema. A integração do sistema é feita por meio de softwares, e tradicionalmente é necessária uma infraestrutura adequada para sua implementação.

2.3.2. ARQUITETURA DE SISTEMAS DE DOMÓTICA

A classificação da arquitetura dos sistemas de automação é feita com base no local onde se encontra a “inteligência” do sistema domótico. Podemos dispor de uma arquitetura centralizada, uma arquitetura descentralizada, uma arquitetura distribuída e uma arquitetura que é um misto das anteriores. [8]

Num sistema centralizado (figura 5), existe uma única central, à qual todos os dispositivos da instalação são conectados. Esta central, ou controlador, serve tanto para receber a entrada dos sinais dos sensores, como também para, após o processamento dos sinais, enviar os comandos e ajustes aos atuadores para que executem as operações.

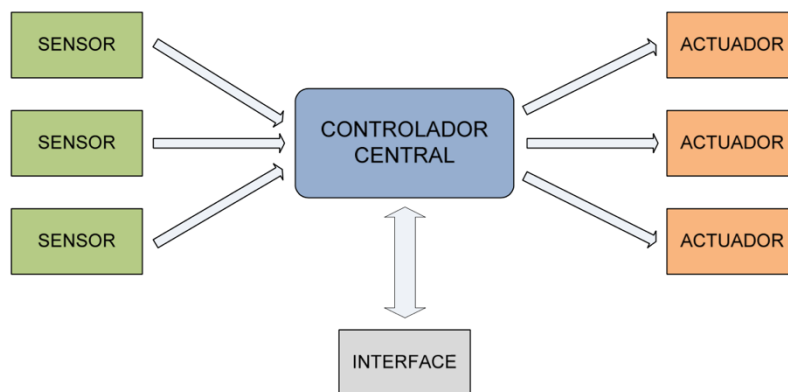


Figura 5 - Sistema de Automação Centralizado (Fonte: [8])

Na arquitetura descentralizada (figura 6), 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.

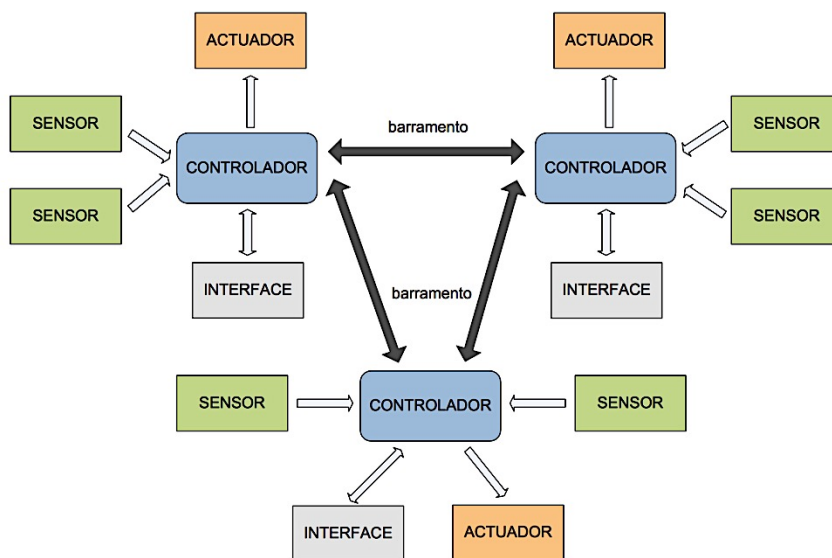


Figura 6 - Sistema de Automação Descentralizado (Fonte: [8])

Uma arquitetura distribuída caracteriza-se pelo facto de cada elemento do sistema, seja um sensor, um atuador ou uma simples interface, ser também um controlador capaz de atuar e enviar informação para um barramento de dados - de acordo com a configuração, de acordo com os dados adquiridos por ele próprio (sensor) e de acordo com os dados recebidos de outros dispositivos do barramento (atuador). [8]

2.3.3. MEIO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS

A interconexão de dispositivos numa habitação requer um meio de comunicação, ou seja, um suporte físico onde circula a informação trocada entre os diversos dispositivos da rede de domótica. Existem para isso três abordagens diferentes:

- As soluções com fio requerem cabos dedicados que precisam ser instalados durante o a construção da habitação ou no decorrer de uma grande renovação de uma casa. Estas soluções são tipicamente mais caras e, portanto, apenas usadas em instalações comerciais e em pouquíssimas residências de alta qualidade de construção.
- A tecnologia PLC (Power Line Communication) permite o uso simultâneo da rede elétrica para a transmissão de eletricidade e dados. Esta tecnologia permite oferecer serviços de controlo de equipamentos, através da rede elétrica sendo a sua principal

vantagem o facto de utilizarem a infraestrutura da rede elétrica pré-existente, diminuindo os custos de instalação. [9]

- As soluções sem fio mostram o maior crescimento no mercado, uma vez que a sua fiabilidade tem vindo a aumentar e são economicamente mais acessíveis em relação a soluções com fio. A sua aplicação em lares não implica grandes remodelações o que suportado a maior procura do mercado por este tipo de recursos.

2.3.4. TOPOLOGIA DE REDE

Para existir comunicação entre os dispositivos presentes numa moradia, existem diferentes meios de transmissão para o sinal. Na maioria das redes locais os dispositivos são ligados respeitando as topologias ponto a ponto (*peer-to-peer*), barramento (*bus*), estrela, anel ou mesh. Em algumas redes são usadas combinações destas topologias.

2.3.4.1. Ponto a Ponto (*Peer-to-peer*)

Peer-to-peer ou simplesmente ponto-a-ponto, é uma arquitetura de redes onde cada um dos pontos ou nós da rede funciona tanto como cliente quanto como servidor, permitindo compartilhar serviços e dados sem a necessidade de um servidor central. Devido a inexistência de um servidor central, esta topologia apresenta uma maior robustez e segurança por não poder sofrer um ataque centralizado.

2.3.4.2. Barramento (*Bus*)

Todos os elementos são ligados no mesmo barramento físico de dados, efetuando picagens semelhantes às das instalações elétricas. Esta topologia permite uma poupança significativa na quantidade de cabo, e caso algum dispositivo deixe de funcionar, a rede não é afetada. A principal desvantagem é que os dispositivos não podem comunicar em simultâneo, apenas uma componente pode “escrever” no barramento num dado momento. Todos os outros “escutam” e recolhem para si os dados destinados a eles.

2.3.4.3. Estrela

Na topologia de rede designada por rede em estrela, toda a informação deve passar obrigatoriamente por uma estação central inteligente, e cada dispositivo está ligado individualmente a essa central através de um canal de comunicação. Cada dispositivo comunica com a central individualmente, de forma sequencial ou simultânea. A principal vantagem desta tipologia é que caso haja uma interrupção no meio de transmissão de um dispositivo, os restantes continuam a funcionar. O elemento central que "gerência" o fluxo de dados na rede, está diretamente conectado (ponto-a-ponto) a cada nó, daí surge a designação "Estrela".

2.3.4.4. Anel

Na topologia em anel, os dispositivos são conectados em série, formando um circuito fechado (anel). Os dados são transmitidos unidireccionalmente de nó em nó até atingir o seu destino. Uma mensagem enviada por uma estação passa por outras estações, até à estação de destino ou novamente à estação fonte. Como cada dispositivo está ligado ao seguinte, até fechar o circuito, quando há a interrupção de um cabo ou de um dispositivo, toda a rede deixa de funcionar.

2.3.4.5. Malha (*Mesh*)

Nesta topologia, cada dispositivo comunica com um número indeterminado de outros dispositivos e atua em simultâneo como um repetidor. Uma rede *mesh* é composta por vários nós, que se comportam como uma única e grande rede. Cada um dos nós está conectado a um ou mais dos nós que têm a função de repetidores e retransmitem a mensagem que recebem. Uma mensagem do nó 1 para o nó 3 pode ser entregue com sucesso, mesmo que os dois nós não estejam dentro do alcance um do outro, desde que um terceiro nó, o nó 2, possa comunicar com os nós A e C. Se o caminho preferido não estiver disponível, o criador da mensagem tenta outras opções até que um caminho seja encontrado. Portanto, uma rede *mesh* pode abranger muito mais do que o alcance de uma única

unidade, no entanto, quantos mais saltos a mensagem faz para chegar ao dispositivo final, mais atraso pode ter.

2.4. APLICABILIDADE DA DOMÓTICA

A automação está em franca expansão, e ainda é motivo de estudos com a adição contínua de melhorias, novas técnicas de aperfeiçoamento e novos produtos. Porém, a aplicabilidade dos sistemas domóticos pode ser enquadrada em algumas áreas que previamente descrevemos nesta dissertação.

2.4.1. SERVIÇOS E LAZER

2.4.1.1. Controlo e Regulação de Iluminação

A iluminação é um dos âmbitos mais conhecidas da domótica. Em zonas de passagem a iluminação pode ser acionada por detetores de movimento, sendo programada para um nível de luminosidade reduzido, mas suficiente para a circulação. Nas salas, cozinhas, piscinas, entre outros, a iluminação pode ser ativada pela presença, através de programas de iluminação pré-estabelecidos, sendo mais diversos os cenários pré-estabelecidos por exemplo para ver televisão, para dar uma festa, para as refeições, entre outros. [10]

2.4.1.2. Controlo e Regulação de Aquecimento

O controlo da temperatura é efetuado através de sensores de temperatura, que registam a temperatura de cada divisão e comunicam a mesma à unidade central, que por sua vez irá definir a atuação para cada uma das divisões, de forma a manter uma temperatura constante. A temperatura pode ser programada para um funcionamento global, onde todos os compartimentos são configurados para terem a mesma temperatura, ou para um funcionamento por divisão (Figura 6), onde a temperatura é definida para cada uma das divisões do edifício. O utilizador pode controlar tudo isto através de termóstatos, ou *smartphone* por exemplo. [10]

2.4.1.3. Controlo de Estores, Cortinas ou Toldos

Através deste serviço os estores, cortinas e toldos correm, descem e sobem automaticamente, sendo fundamental a respetiva interligação com todo o restante sistema. O controlo da abertura e fecho de estores pode ser regulado segundo fatores diversos: [10]

- Ciclos diários ou semanais;
- Intrusão;
- Quebra de vidros;
- Luminosidade forte ou fraca;
- Comandos gerais, locais ou a remoto;
- Simulação de presença;

2.4.1.4. Controlo e Automatização da Rega

Este sistema pode e deve estar associado aos outros sistemas domóticos. Assim, o sistema pode entrar em funcionamento conforme a temperatura e humidade do ar, ou até quando ocorre uma intrusão. O sistema pode ser desligado automaticamente caso se verifique uma falha no abastecimento de água, ou caso uma determinada zona do jardim esteja em manutenção. [10]

2.4.2. SEGURANÇA

2.4.2.1. Alarme

O sistema de alarme é o sistema conhecido do público em geral, tendo este atingido um avanço tecnológico considerável. Hoje em dia é possível realizar o armar/desarmar de uma central por telefone, ou sensor de proximidade. O utilizador para interagir com o alarme, tem um teclado ou um dispositivo tátil, onde poderá executar as normais operações de utilização do sistema. A central pode ser integrada no sistema de domótica, e uma vez detetada a ocorrência, o sistema é informado pelo alarme. [10]

2.4.2.2. Intrusão

O mercado da domótica disponibiliza várias soluções, que vão desde a utilização de estores de segurança, vidros à prova de bala e portas blindadas, à colocação de barreiras e detetores de movimento/intrusão, detetores de quebra de vidros, detetores de abertura de janelas, portas, tudo para combater ao máximo a possibilidade de intrusão num edifício.

Um sistema domótico permite articular as funcionalidades da habitação de forma a reduzir ao máximo o risco de intrusão. As principais funcionalidades são: [11]

- Abertura e fecho automático e criterioso de portas e estores, facilitando a saída do intruso, mas limitando a possibilidade de movimento no interior;
- Simulação de presença por atuação preparada e aparentemente aleatória de iluminação e estores;
- Intimidação por iluminação automática das áreas invadidas e fecho automático de estores, e pela colocação nas televisões da imagem do intruso.

2.4.2.3. Fuga de Gás

A primeira barreira a uma possível fuga de gás está na qualidade do projeto e da entidade executante do mesmo, a segunda está no sistema domótico, através do corte automático do abastecimento em caso de deteção de fuga de gás. Para isto, é necessário instalar sensores adequados ao tipo de gás utilizado.

Ao ser detetada a fuga de gás o sistema domótico corta o abastecimento de gás, através de uma electroválvula de corte de fornecimento, e avisa o proprietário e os bombeiros através de uma notificação. [10]

2.4.2.4. Inundação

A deteção de inundações é imperativo nos edifícios, quer de serviços quer residenciais, uma vez que trazem a si associados elevados prejuízos económicos, como a destruição de pavimentos, tetos, equipamentos, entre outros.

O sistema de deteção de inundações consiste na instalação de sensores de inundação em pontos estratégicos da habitação (casas de banho, cozinhas, lavandarias,

etc.) que em caso de detecção de uma inundação informam o sistema para que este informe o proprietário do sucedido. Em simultâneo é cortado o abastecimento de água através da utilização de uma electroválvula, sendo o abastecimento repostado quando a anomalia é resolvida. [10]

2.4.2.5. Incêndio

Quando se verificam quantidades de fumo alarmantes, chamas ou aumento brusco da temperatura, o sistema fará soar um alarme sonoro, cortará, através de electroválvula, o abastecimento de gás e comunicará às entidades competentes e aos proprietários a ocorrência via telemóvel. O sistema de automação poderá ainda atuar sobre os equipamentos elétricos, desligando todos os equipamentos que não são indispensáveis, podendo também abrir os estores e portas para facilitar a saída caso exista detecção de movimento, ou fechar tudo de forma a restringir o mais possível o fogo à área em que se situa. [10]

2.4.3. GESTÃO ENERGÉTICA

A domótica possibilita e contribui para uma racionalização e utilização correta da energia de modo a que a fatura energética seja sempre de um valor o mais reduzido possível. Isto é possível de várias formas:

2.4.3.1. Gestão de Equipamentos Elétricos

A dessincronização no arranque dos equipamentos elétricos, evita o fator pico e permite reduzir bastante a fatura energética ao diminuir a potência contratada. Se os eletrodomésticos forem programados para arrancarem nos períodos horários em que as tarifas são mais reduzidas, o consumo energético será inferior. [10]

2.4.3.2. Controlo de Iluminação

A integração do sistema de iluminação com o sistema de controlo de estores permite que seja regulada a necessidade de iluminação artificial, para que o aproveitamento da luz natural seja maior. A programação do sistema para desligar toda a iluminação em caso de desocupação, é outro fator que permite reduzir os gastos energéticos. [10]

2.4.3.3. Controlo do Aquecimento

Também aqui a integração do aquecimento com o sistema de estores pode permitir reduzir os gastos de energia. Se uma janela estiver aberta, o aquecimento desliga-se nesse mesmo compartimento, permitindo evitar o desperdício de energia. A utilização de uma central meteorológica reduz o consumo de energia através da comparação da temperatura exterior com a interior. O controlo do aquecimento por zonas e horários reduz o consumo, pois, por exemplo, uma casa de banho não tem a mesma necessidade de aquecimento ao longo de um dia que uma sala. [10]

2.4.4. COMUNICAÇÃO

2.4.4.1. Comandos Convencionais

É comum considerar-se que com a implementação do sistema domótico são abolidos os tradicionais interruptores que têm como função ligar/desligar. No entanto, estes continuam a existir, possibilitando o controlo manual e local sempre que for necessário.

2.4.4.2. Comandos à Distância

Estes comandos permitem ao proprietário controlar inúmeros equipamentos entre eles, por exemplo, a televisão, a iluminação, estores e climatização. Podemos chegar mesmo a ter estas funções englobadas somente num comando.

2.4.4.3. Internet

Nos dias de hoje o acesso à Internet numa habitação é algo praticamente trivial. É possível optar por uma rede cablada LAN ou por uma rede sem fios, sendo as redes sem fios as mais recomendáveis pois permitem o acesso a partir de qualquer ponto da habitação. Com recurso à internet, é possível transformar o nosso *smartphone* ou computador num dispositivo capaz de controlar toda a habitação.

2.4.4.4. Radiofrequência e Infravermelhos

Os sistemas de radiofrequência têm como principal vantagem a não utilização de cablagens específicas. Alguns sistemas domóticos utilizam sinais RF para comunicações, sendo que as interferências de sinal um dos principais problemas deste tipo de comunicação.

As comunicações por infravermelhos utilizam altas frequências sem praticamente nenhuma distorção ou ruído. A grande desvantagem reside no facto de o emissor ter obrigatoriamente de estar em linha de visibilidade com o recetor. Os principais equipamentos que utilizam os infravermelhos para comunicar são a maior parte dos telecomandos e os detetores de presença.

2.5. PROTOCOLOS DE AUTOMAÇÃO DOMÉSTICA

Com a evolução das redes da taxa de aceitação do conceito de domótica por parte da sociedade, surgiram diversos protocolos que podem ser implementados nos sistemas de automação residencial. É de referir que já existem protocolos que conseguem combinar dois tipos de comunicação, *powerline* e radiofrequência, com o intuito de se alargar o número de habitações onde se pode implementar o sistema de domótica.

Os protocolos de automação doméstica podem ser classificados pela sua abertura relativamente a comunicações. Assim temos:

- Protocolos Proprietários Fechados - são sistemas desenvolvidos por uma empresa, que os utiliza em regime de exclusividade. A venda de equipamentos, serviços e a sustentabilidade e desenvolvimento dos mesmos apenas dependem de uma entidade, o que os torna extremamente desaconselháveis. [11]
- Protocolos Proprietários Abertos - são sistemas desenvolvidos por uma entidade que posteriormente vende a sua utilização a empresas que o pretendam adotar. Estes sistemas podem constituir uma boa opção, contudo não no caso europeu, pois não existe uma oferta de mercado que possibilite a escolha de um sistema com garantias de manutenção presente e futura. [11]
- Protocolos Abertos - são sistemas desenvolvidos por várias entidades, tendo assim inúmeros fabricantes e fornecedores. Isto leva a uma facilidade de dispersão da tecnologia, permitindo que o protocolo se desenvolva através de melhorias introduzidas por cada fabricante. A qualidade do sistema cresce facilmente e a satisfação dos clientes é assegurada, pois em caso de problema com o sistema, encontrará solução no seu fornecedor, ou noutro qualquer que comercialize equipamentos do mesmo protocolo. [11]

Tendo em conta esta classificação e a área de atuação da CentralCasa, Projetos de Domótica, de seguida apresentam-se os protocolos de automação doméstica mais relevantes:

2.5.1. X10

O protocolo X10 é um dos mais antigos padrões de rede para sistemas de automação residencial, e foi desenvolvido na década de setenta pela empresa *Pico Electronics Ltd*, em Glenrother, Escócia, com o objetivo de transmitir dados através da linha elétrica a baixa velocidade (50 bps na Europa e 60 bps nos EUA).

O nome X10 deve-se ao facto de este ser o décimo projeto da empresa que mais tarde vendeu a patente à companhia X10, Ltd (que adotou o mesmo nome que o protocolo). A patente original expirou em 1997 sendo que atualmente o X10 é um protocolo aberto, mas em fim de linha, sendo várias as empresas que comercializaram produtos baseados nesta tecnologia. A enorme variedade de módulos e interfaces X10, a utilização da rede elétrica existente como meio de transmissão, os preços baixos e a facilidade na instalação contribuíram para que o X10 se tornasse o protocolo de domótica mais divulgado do mundo, tendo a sua maior expressão nos EUA e Europa. [12]

O sistema X10 foi desenhado de forma a poder ser instalado em edifícios de pequenas dimensões, como residências ou edifícios de habitação, com uma arquitetura descentralizada, podendo ser instalado tanto na altura de construção do edifício, como após a edificação. A sua finalidade, como referenciado na figura 7, é monitorizar e controlar a habitação, nomeadamente sistemas de iluminação, aquecimento, ventilação e ar condicionado podendo também exercer e controlar sistemas de segurança e prevenção de acidentes (deteção de fumos, incêndios e inundações). [6]

Existe também a possibilidade de o protocolo X10 efetuar comunicações via RF, mas como nem todos os módulos recebem os sinais através desse método de comunicação existem módulos com a função de receber sinais RF e injetar na rede elétrica um sinal *powerline* com o mesmo código.

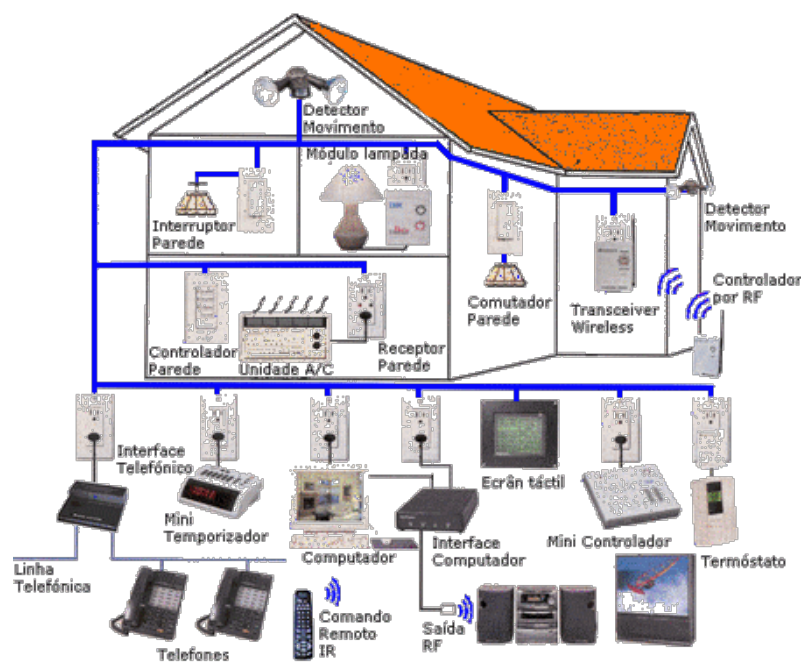


Figura 7 - Sistema Domótico com Protocolo X10

(Fonte: www.electronica-pt.com/domotica/x10)

2.5.1.1. Transmissão X10

O protocolo X10 implementou um sistema simples de endereçamento (figura 8) que usa 16 códigos de casa (usando as letras de A - P) e 16 códigos de aparelho (1-16), permitindo endereçar univocamente 256 aparelhos ($16 \times 16 = 256$). Esta limitação não implica que apenas possam ser usados 256 aparelhos numa rede de X10, pois podem existir vários módulos a usar o mesmo endereço. Neste caso, um sinal enviado irá ser lido e executado por todos os módulos configurados para esse código.

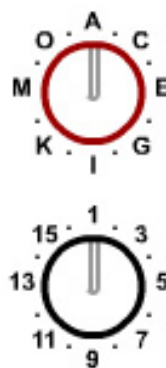


Figura 8 - Endereçamento de Código X10

(Fonte: www.eurox10.com/Content/X10information)

Para além de sistemas de atuação direta é possível construir sistemas mais complexos recorrendo a controladores X10 específicos. Estes controladores permitem, através de uma interface, comunicar com um PC de onde recebem, por exemplo, programações horárias para ligar ou desligar dispositivos e conjuntos de ações a desencadear em determinadas circunstâncias. O PC pode ser usado apenas na programação do controlador, pois para a criação de um conjunto de ações simples, o controlador poderá funcionar de uma forma autónoma, ligando e desligando dispositivos consoante as programações horárias definidas.

O processo de comunicação encontra-se descrito em “euroX10.com”, na secção X10 Info, e enuncia que a comunicação do X10 se baseia na “injeção” de sinais de alta-frequência (120 KHz) sobre a rede de 230V AC (do inglês *alternating current*), representando sinais binários (1 ou 0). O sinal é inserido logo a seguir à passagem pela origem da onda sinusoidal de 50Hz, com um atraso máximo de 200 microssegundos. O sinal é enviado através da rede elétrica de energia e para permitir o uso em instalações elétricas trifásicas, os sinais são emitidos três vezes em cada ciclo (figura 9), em instantes que coincidem com a passagem por zero da tensão de cada uma das fases. Deste modo, e recorrendo a acopladores próprios, torna-se possível comunicar com qualquer dispositivo, independentemente da fase em que esteja instalado. [12]

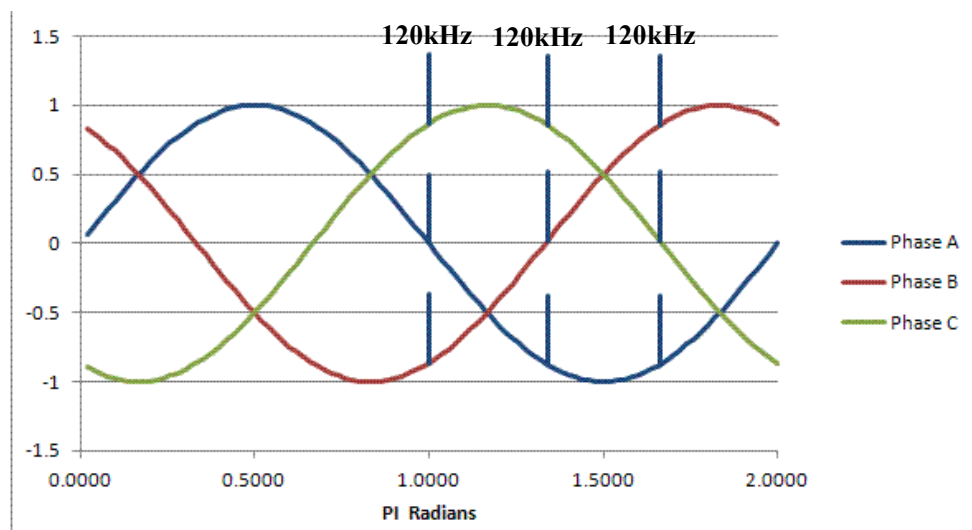


Figura 9 - Onda Sinusoidal com Injeção de um Sinal X-10 em Instalação Trifásica

(Fonte: <http://www.forum.smarthome.com>)

O meio de distribuição de energia é muito ruidoso eletricamente, e para colmatar isso foi adotada uma política em que um bit nunca é enviado isoladamente, sendo sempre

enviado juntamente o seu complemento como observamos na figura 10. 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 hemiciclos. O 1 binário é representado por um impulso de 120 kHz durante 1 milissegundo e o 0 binário é representado pela ausência desse impulso de 120 kHz.

Este cuidado visa minimizar a probabilidade do ruído elétrico poder ser confundido com um sinal válido. Contudo, tem como aspeto negativo reduzir o ritmo de transmissão que fica assim restrito a uns meros 50 bps (é enviado um *bit* por cada ciclo da rede elétrica).

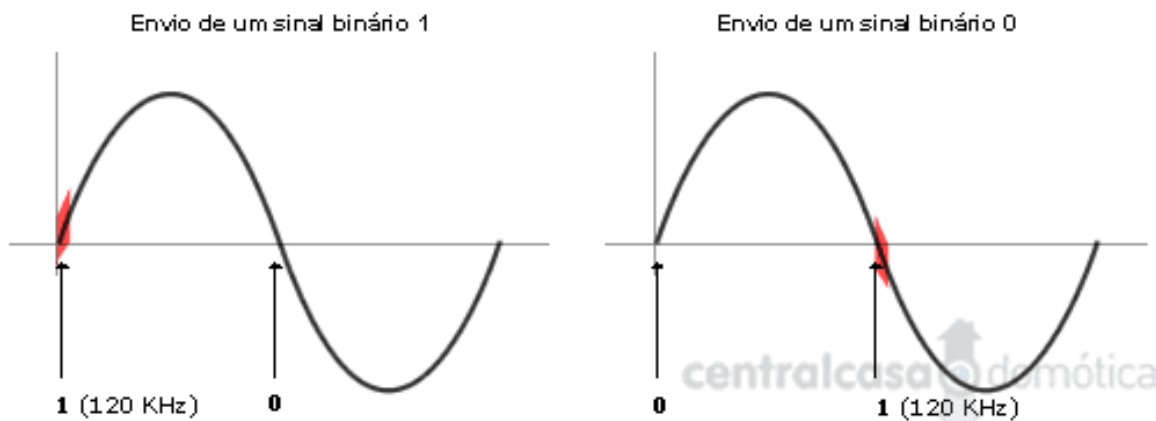


Figura 10 - Envio de Sinais Binários 1 e 0

(Fonte: <http://www.eurox10.com/Content/X10SignalTheory>)

O envio de um comando para um dispositivo é composto pelo envio de duas mensagens, em que na primeira é selecionado o dispositivo e na segunda é enviado o comando. O código inicial, o 1110, é sempre igual para todas as mensagens. Por exemplo para ligar uma lâmpada com o endereço A2 (figura 11) são enviadas duas mensagens, uma que seleciona o código A2 e de seguida a outra que explicita o comando ligar.

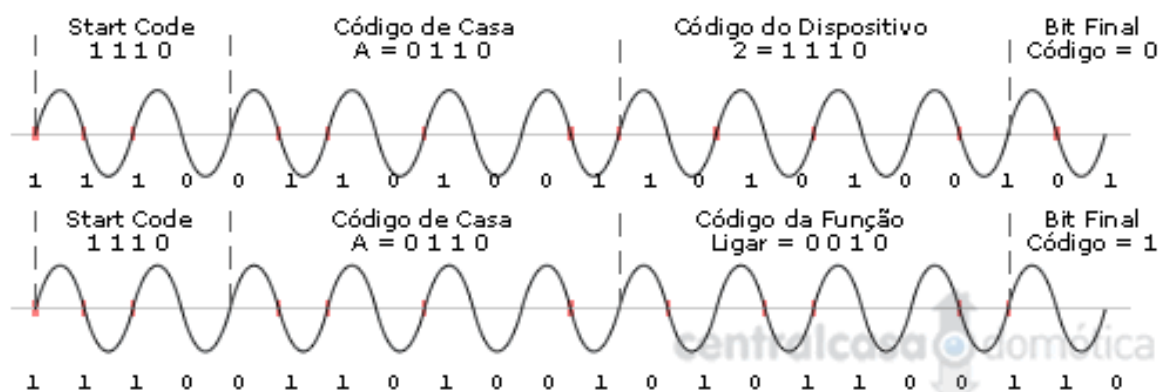


Figura 11 - Exemplo de Transmissão de um Comando A2 ON

(Fonte: <http://www.eurox10.com/Content/X10SignalTheory>)

2.5.1.2. Vantagens de Desvantagens do X-10

O protocolo X10 possui algumas vantagens em relação a outros protocolos, mas como referido anteriormente encontra-se em fim de vida sendo que não existem equipamentos novos a ser produzidos e torna-se cada vez mais difícil encontrar equipamentos para substituir avarias. De seguida são apresentadas algumas vantagens, que fizeram do X10 um dos protocolos mais usados no processo de automação até aos dias de hoje:

- Comunicação entre os diversos dispositivos por rede elétrica tradicional, não necessitando de uma rede de tubagem adicional.;
- Não há necessidade de uma unidade central. Os módulos comunicam entre si diretamente;
- Facilidade na instalação (sem necessidade de técnicos especializados) e na utilização;
- Custo de equipamentos relativamente baixo;

Apesar de tudo isto, o X10 sempre teve algumas debilidades:

- Os sinais X10 podem ser degradados ou alterados por alguns tipos de fontes de alimentação;

- O protocolo X10 não deteta nem tolera colisões, ou seja, se 2 comandos X-10 forem enviados ao mesmo tempo, é possível que eles não cheguem ao destino;
- Não há hipótese de crescer para além dos 256 componentes devido à limitação de 16 códigos de casa e 16 códigos de aparelho;
- Os comandos desencadeiam funções simples do tipo ligar/desligar e controlo da intensidade da iluminação;

2.5.2. CEBus

O protocolo CEBus (Consumer Electronics Bus), também conhecido pelo nome de EIA-600, foi desenvolvido pela Electronics Industries Association - Associação de Indústrias Eletrônicas (EIA), consiste num protocolo complexo e muito poderoso. As suas raízes datam de 1984, tendo sofrido uma constante evolução até ter sido objeto de normalização em 1995 com o objetivo de criar standard para comunicações.

O protocolo CEBus não tem grande expressão na Europa, mas oferece dois sistemas estandardizados:

- Um destinado a controlo a baixas velocidades (até 10 Kbps);
- Outro utilizado para sistemas que utilizam altas taxas de transmissão de dados tais como transmissões de vídeo e som.

2.5.2.1. Dispositivos CEBus

O CEBus segue um modelo em que todos os dispositivos estão ao mesmo nível, podendo comunicar diretamente com qualquer outro, sem existirem hierarquias. Deste modo é possível implementar um controlo distribuído, em que um nó pode solicitar ações da parte de qualquer outro nó, dispensando a existência de um controlador central. Este modelo reflete um objetivo fundamental do CEBus que visa oferecer um comportamento do tipo *plug-and-play* possibilitando que novos dispositivos sejam inseridos num sistema em qualquer momento. [4]

2.5.2.2. Transmissão CEBus

O CEBus consiste numa arquitetura aberta e é um protocolo muito ambicioso, o que se nota desde logo pelos meios de comunicação suportados: rede elétrica, par entrançado, cabo coaxial, infravermelhos, rádio frequência e fibra ótica. Nalguns destes meios está contemplada a coexistência com sinais de voz e imagem.

Este protocolo opera em redes ponto a ponto, e como resultado disso não é essencial a existência de um sistema de controlo. Os endereços CEBus standard que são ativados na fábrica através do hardware, incluem 4 biliões de possibilidades ou combinações. Este sistema também oferece uma linguagem pré-definida de controlo orientado por objetos. [11]

É usado um ritmo de comunicação de cerca de 10 000 bps (o valor médio é 8 500 bps) e o formato das tramas é o representado na figura 12. O comprimento das tramas pode variar desde poucos bytes até cerca de 44. Uma trama típica demora cerca de 25 ms a ser enviada. [4]

Preâmbulo	Serviços do nível lógico	Endereço Destino	Endereço Origem	Serviços do nível de rede	Serviços do nível de aplicação	Mensagem CAL	FCS
1 byte	1 byte	2 bytes	2 bytes	1 a 8 bytes	1 a 2 bytes	n bytes	1 byte

Figura 12 - Formato das Tramas CEBus (Nunes, 2002)

Um endereço é uma grandeza de 32 bits em que os 16 bits mais significativos são usados para identificar um sistema e os 16 bits menos significativos identificam um dispositivo desse sistema. Existe ainda uma gama de endereços que é usada para identificar grupos (são possíveis 3839 grupos). É possível existirem vários dispositivos com o mesmo endereço de grupo e um dispositivo pode ter mais do um endereço de grupo. Os endereços de grupo permitem a criação de grupos lógicos de dispositivos. Quando é enviada uma mensagem para um endereço de grupo ela é recebida por todos os nós com esse endereço.

2.5.2.3. Vantagens e Desvantagens CEBus

O CEBus possui algumas características especiais que o distinguem dos demais protocolos e que o destacam em relação às tecnologias de rede baseadas na rede elétrica:

- Permite diversos dispositivos utilizarem subconjuntos de facilidades, por isso todos devem interpretar um conjunto mínimo de comandos;
- Suporta a distribuição de áudio e vídeo em vários formatos analógicos e digitais;
- Utiliza uma estratégia distribuída, onde não é necessário um controlador central para que os dispositivos possam comunicar;
- Permite a adição e remoção de dispositivos sem interrupção e com o mínimo de envolvimento do utilizador;

Apesar de ter capacidades claramente superiores em relação a outros protocolos, o CEBus é um protocolo que detém para já um preço elevado nos seus dispositivos, dificultado a sua implantação em termos de mercado. [4]

2.5.3. LONWORKS

É um sistema proprietário utilizado para automação residencial, desenvolvido, em 1988, pela empresa norte-americana *Echelon Corp.* apoiada por mais de 400 empresas de diversos setores de atividade. Estima-se que o número de nós apoiados nesta tecnologia instalados a nível mundial seja de milhões, apesar da sua expressão ser muito maior nos Estados Unidos da América do que na Europa. [13]

2.5.3.1. Dispositivos *LonWorks*

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*.

2.5.3.2. Transmissão *LonWorks*

A topologia de rede *LonWorks* (figura 13) soluciona muitos problemas de arquitetura, construção, instalação, controlo e manutenção de redes. Cada nó da topologia inclui computação local, fontes próprias e pode ser ligado a diversos dispositivos sensores e atuadores através de:

- Par entrançado - É um dos mais utilizados pelos fabricantes, velocidade de comunicação 78 kbit/s;
- Ethernet - É atualmente utilizado como *backbone* de segmentos FT-10, com velocidade de comunicação de 100/1000 Mbit/s;
- Rádio - Para distancias até 3,2km, e com velocidades de comunicação 9.6 a 128 kbit/s;
- *Powerline* - Transmissão de comunicação pela linha de energia, PL-20 (5 kbit/s) e PL-30(2kbit/s) ;

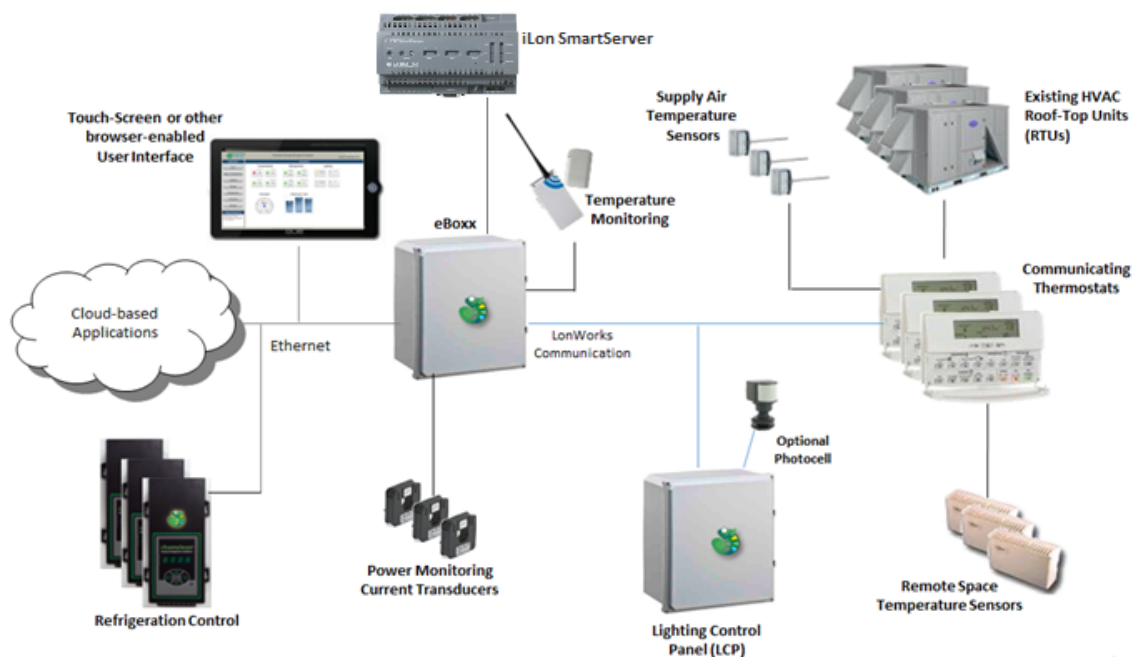


Figura 13 – Exemplo de Topologia de Rede LonWorks Ethernet e FT10

(Fonte: <http://www.echelon.com>)

2.5.3.3. Vantagens e Desvantagens do LonWorks

Com a ajuda de uma deste sistema de automação, é possível:

- Ter sensores e atuadores equipados com a sua própria inteligência e trocam informações diretamente entre si;
- Não necessitar de um “computador central”;
- O processamento de informação é feito localmente;
- Minimização da quantidade de cablagem necessária;
- Flexibilidade máxima em termos de expansibilidade podendo atingir 2200 metros de comprimento de barramento.

A tecnologia *LonWorks* é bastante poderosa e funcional, verificando-se, como referido anteriormente, a sua utilização maioritariamente nos Estados Unidos da América e em ambientes industriais, sendo o custo dos dispositivos bastante significativo. A necessidade do uso do *Neuron Chip* e de ferramentas específicas de configuração e teste pode ser encarado como um fator negativo desta tecnologia.

2.5.4. INSTEON

Insteon é um protocolo para automação residencial de dupla tecnologia no controlo local e remoto. Controlo de iluminação, estores ou persianas, climatização, deteção de movimento ou violação perimétrica, abertura de portões de garagens automatizados, estão entre as suas principais aplicações.

Os produtos baseados neste protocolo foram lançados em 2005 pela *Smartlabs*, a empresa que possui a marca registada da *Insteon*.

2.5.4.1. Dispositivos *Insteon*

Todos os dispositivos *Insteon* funcionam como “*peer-to-peer*”, o que significa que qualquer dispositivo pode atuar como controlador (enviar mensagens), recetor (receber mensagens) ou retransmissor (reenviar mensagens).

Esta topologia, descrita anteriormente, não é específico deste protocolo. Na figura abaixo (figura 14), como exemplo, o dispositivo 1, atua como controlador, e envia mensagens para vários dispositivos (2, 3 e 4) que atuam como recetores. Vários dispositivos (5, 6 e 7) ao atuar como Controladores podem também enviar mensagens para um único dispositivo *Insteon*, por exemplo o 3, que atua como um recetor.

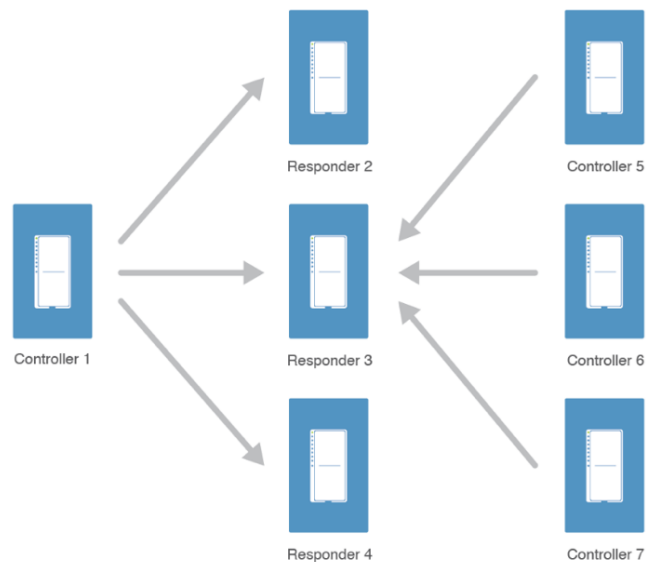


Figura 14 - Rede "Peer to Peer"

(Fonte: Insteon, 2013)

Qualquer dispositivo *Insteon* pode repetir mensagens, como no demonstrado na figura 15. O dispositivo A, transmite uma mensagem ao dispositivo B que ao atuar como retransmissor envia o comando para o dispositivo C que age como recetor.

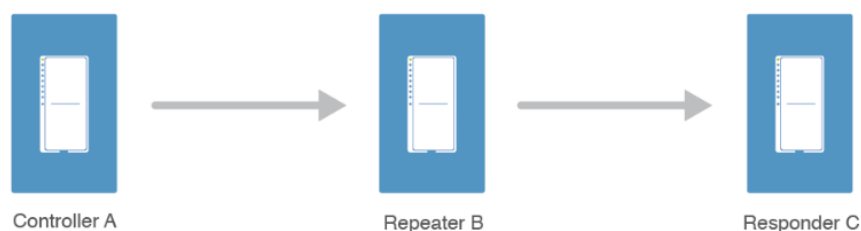


Figura 15 - Retransmissão de Comandos entre Dispositivos

(Fonte: Insteon, 2013)

2.5.4.2. Transmissão *Insteon*

Insteon usa uma tecnologia de duplo canal para incremento da fiabilidade. Ao usar conjuntamente a rede elétrica existente na habitação e comunicação via rádio, este protocolo, possibilita o controlo remoto e elaboração de cenários para todo o tipo de aplicações domésticas como descrito na figura 16.

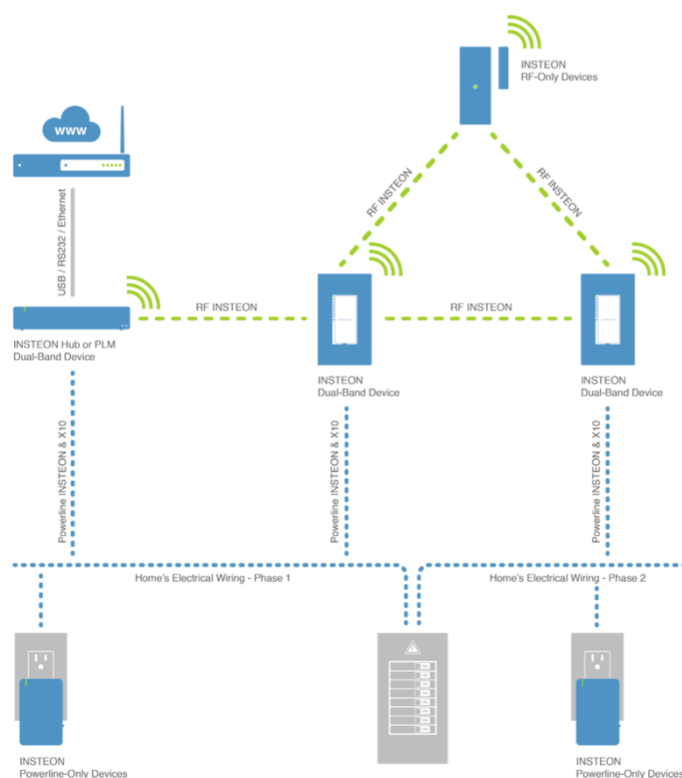


Figura 16 - Instalação com Protocolo Insteon
(Fonte: Insteon, 2013)

Desde a automatização de iluminação até sistemas de segurança integrados, existe possibilidade de controlar a residência da forma pretendida. Fácil de instalar e configurar, o *Insteon*, oferece a flexibilidade e a segurança necessárias para tornar a sua existência mais conveniente, segura e divertida.

Quando adequadamente equipados com uma interface dedicada, como USB, RS232 ou *Ethernet*, os dispositivos *Insteon* também podem interagir com a internet, *smartphones*, *tablet*, computadores pessoais e outros equipamentos digitais.

A figura 17 mostra como a fiabilidade da rede melhora quando mais dispositivos *Insteon* são adicionados. O desenho expõe os dispositivos *Insteon* que comunicam apenas por *Powerline*, RF e com a dupla tecnologia. Por motivos de simplicidade, incluímos apenas dois produtos de banda dupla.

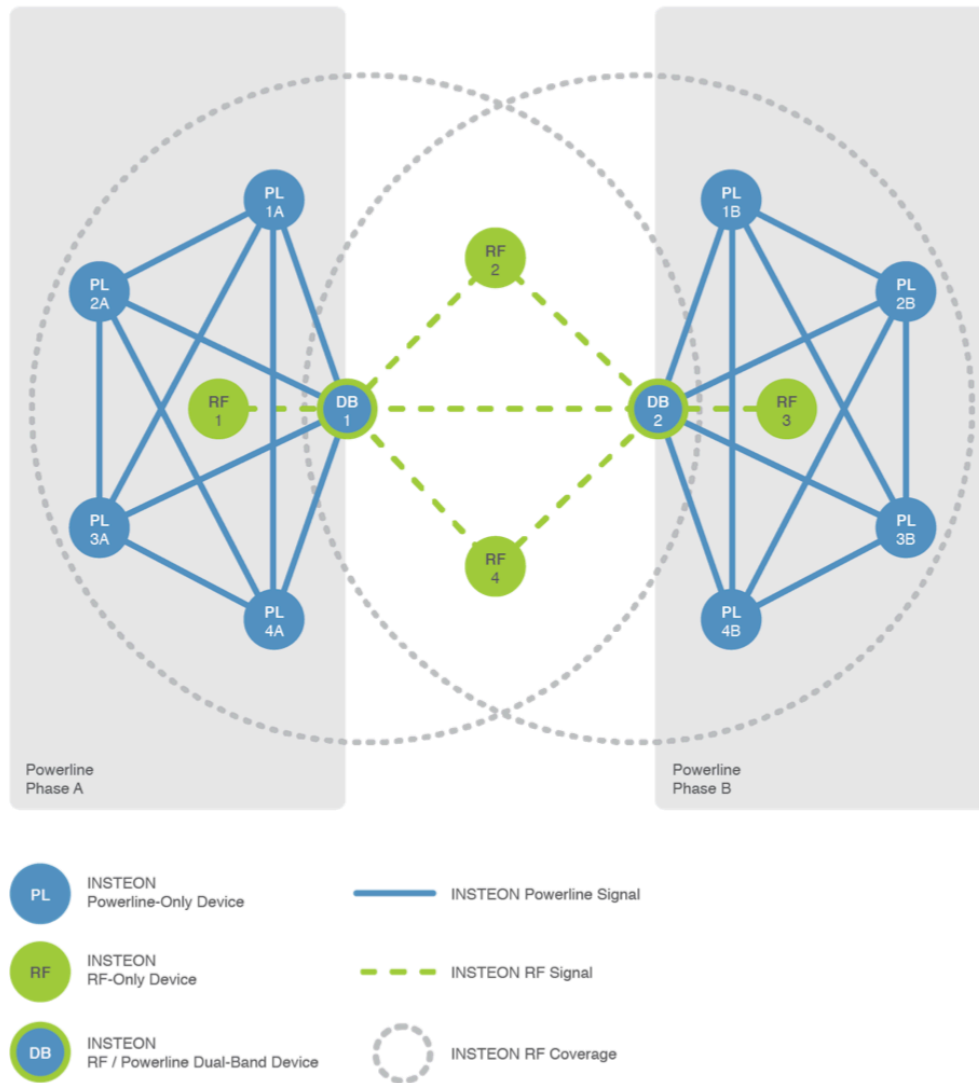


Figura 17 - Configuração de uma Rede *Insteon*
(Fonte: Insteon, 2013)

Todos os dispositivos *Insteon* são capazes de repetir mensagens de comando e fazem isso automaticamente assim que estiverem ligados (não precisam de ser especialmente instalados através de procedimentos específicos de configuração de rede). Adicionar mais dispositivos aumenta o número de caminhos disponíveis para que as

mensagens possam viajar. Essa diversidade de caminho resulta numa maior probabilidade de uma mensagem chegar ao destino pretendido, de modo que, quanto mais dispositivos uma rede *Insteon* possua, melhor a sua fiabilidade.

Como exemplo, se o dispositivo RF número 1 (RF1) desejar enviar uma mensagem para o dispositivo RF número 3 (RF3) mas RF3 estiver fora do alcance a mensagem irá passar, no entanto, pelos dispositivos dentro do alcance de RF1, digamos DB1 (*dual band*) e RF2, receberão a mensagem e a retransmitirão para outros dispositivos dentro do alcance de si mesmos. No desenho, DB1 pode alcançar RF2, DB2 e RF4, e os dispositivos DB2 e RF1 podem estar dentro do alcance do destinatário pretendido, o RF3. Portanto, existem várias maneiras de uma mensagem viajar.

Com todos os dispositivos a repetir mensagens, tem de existir um mecanismo para limitar o número de vezes que uma mensagem pode ser retransmitida. A saturação da rede através da repetição de mensagens é conhecida como "tempestade de dados". O protocolo *Insteon* evita esse problema, limitando o número máximo de vezes que uma mensagem individual pode ser retransmitida para um máximo de três vezes.

2.5.4.3. Vantagens e Desvantagens do *Insteon*

O protocolo *Insteon* apresenta características bastante interessantes tais como:

- **Fiabilidade** – Através do duplo canal de transmissão os sinais são propagados via wireless e corrente elétrica ao mesmo tempo. Em qualquer destes meios de transmissão poderão existir pontualmente problemas de propagação de sinais, sendo que o canal redundante permite ultrapassar qualquer interferência ocorrida no primeiro, aumentando significativamente a fiabilidade do sistema.
- **Escalabilidade** - Não existe limite prático para uma rede *Insteon* (o limite teórico é atualmente 16.7 milhões de dispositivos). Instalações com 400 nós são comuns nos EUA, sendo que a maior instalação que há registo terá cerca de 2000 nós e a instalação *Insteon* com a rede mais ampla está implantada numa área superior a 5 hectares de um grande parque industrial Norte Americano.
[15]
- **Rapidez** - Usando a tecnologia *Statelink*, um sinal *Insteon* consegue ativar em simultâneo centenas ou mesmo milhares de dispositivos de forma praticamente

instantânea. Outras tecnologias têm a necessidade de enviar mais informação e tendem a ser mais lentas.

- Baixo Custo - *Insteon* é uma tecnologia competitiva em termos de mercado.
- Garantia de Compatibilidade – A tecnologia *Statelink* garante a compatibilidade entre dispositivos *Insteon* existentes e futuros.

Em contrapartida, sendo um protocolo proprietário é limitado na hora de escolher os dispositivos, estando o utilizador sempre bastante dependente do que a marca pode oferecer.

2.5.5. EIB/KNX

O *European Installation Bus* (EIB) é um protocolo desenvolvido pela *European Installation Bus Association* (EIBA), uma associação com sede em Bruxelas e constituída por várias empresas líderes do mercado europeu de material elétrico. O grande objetivo foi sempre criar um sistema que fosse concorrente direto de sistemas semelhantes importados do Japão e Estados Unidos da América. Ao criar uma norma europeia que permitisse a comunicação entre todos os dispositivos de uma instalação, esteja ela numa casa ou num edifício de escritórios, o EIB seria capaz de competir com os protocolos existentes.

Baseado numa arquitetura descentralizada este protocolo define uma relação elemento a elemento entre os dispositivos, o que permite distribuir a inteligência entre os sensores e atuadores instalados.

Em maio de 1999 os membros da *European Installation Bus Association*, da *European Home Systems Association* e da *BatiBUS Club International* fundaram a *Konnex - KNX Association*. A Associação KNX é uma organização sem fins lucrativos, regida pela lei belga. Os membros são fabricantes que desenvolvem dispositivos para várias aplicações de controlo residencial e de construção baseados em KNX. Esta associação é dona do protocolo *standard* mundial KNX. Controlo de iluminação, estores e persianas, aquecimento, ventilação, ar condicionado, gestão de energia, sistemas de alarme e intrusão e controlo de áudio e vídeo são algumas das capacidades de que o utilizador pode fazer uso quando instala uma solução baseada em KNX. [16]

Resumindo, baseado nos sistemas EIB, EHS (*European Home Systems*) e Batibus, “nasce” um único standard europeu que seja capaz de competir em qualidade, prestações e preços, com outros sistemas norte-americanos como o *LONWorks* ou *CEBus*.

2.5.5.1. Dispositivos EIB/KNX

Um sistema KNX, sendo um sistema domótico, utiliza, como vários outros protocolos, três tipos de dispositivos que já anteriormente foram referidos como essenciais para completar uma solução de automação, integrados numa rede estruturada em barramento (figura 18).

- Módulos Sensores para recolha e envio de informação para os atuadores.
- Módulos Atuadores, são os dispositivos que atuam as cargas com base na informação recebida do *BUS*.
- Módulos de Sistema são os componentes com funcionalidades gerais, como por exemplo as fontes de alimentação e relógios.

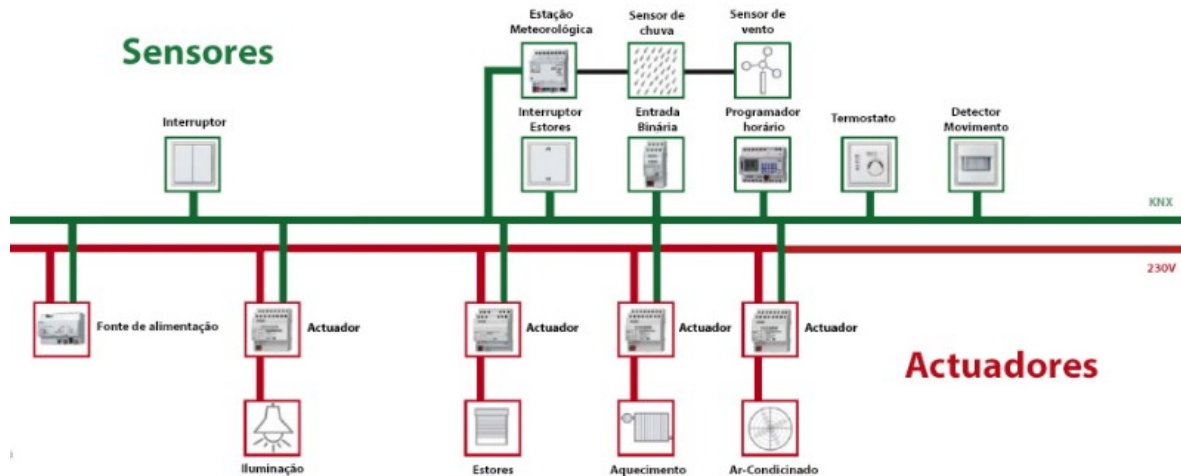


Figura 18- Exemplo de Instalação KNX

(Fonte: www.smartcube.pt)

2.5.5.2. Transmissão EIB/KNX

KNX/EIB é uma rede distribuída que pode ter até 65536 dispositivos com endereços individuais de 16 bit.

Um dos grandes trunfos do KNX/EIB é a possibilidade de utilização do mesmo sob vários tipos de meios físicos. Apesar de a norma especificar cinco meios físicos, o KNX/EIB refere que é possível utilizar outros que o fabricante pretenda. Contudo, *softwares* de configuração, apenas funcionam para os meios físicos descritos na norma. Se o fabricante pretender utilizar outro meio físico, deverá solicitar a sua certificação junto da *Konnex*, para a introdução do mesmo no software. Os cinco meios físicos são:

- Par Entrançado - Os dados são transmitidos simetricamente e a transmissão de sinais é feita por meio da diferença de tensão entre os dois condutores do cabo. Existem dois tipos de rede para este meio físico: TP0 e TP1. O primeiro foi herdado do protocolo *BatiBus* e funciona com uma taxa de transferência de 2400 bit/s enquanto que o TP1 foi herdado do EIB e funciona com uma taxa de transferência de 9600 bits/s.
- Rede Elétrica - Este meio físico utiliza a rede elétrica como meio para comunicação, contudo tem muitas interferências e as taxas de transmissão são baixas. O KNX/EIB tem duas especificações para este meio físico: o PL110 e o PL132. O PL110 tem uma taxa de transferência de 1200 bits/s e foi herdado do EIB pelo que dispositivos EIB PL110 podem comunicar com dispositivos KNX/EIB PL110. O PL132 tem uma taxa de transferência de 2400 bits/s e foi herdado do EHS que ainda o utiliza, no entanto, dispositivos KNX/EIB PL132 não conseguem comunicar com dispositivos EHS PL132 porque o protocolo de domótica é diferente.
- Radiofrequência e Infravermelhos – Este protocolo permite a utilização do ar como meio físico de comunicação. Na norma estão definidos dois tipos de redes que utilizam o ar como meio de transmissão dos dados: a radiofrequência e os infravermelhos. A radiofrequência transmite as tramas em sinais de radio na banda de frequência de 868 MHz. São chamados dispositivos de curto alcance com um máximo de 25 mW de potencia emitida e uma taxa de transmissão de 16,384 kBits/s. Para a utilização da radiofrequência, podem ser utilizados componentes de baixo custo que permitam comunicação bidirecional ou unidirecional. A transmissão de dados por infravermelhos é assíncrona e a frequência do sinal que é emitido pelo emissor de infravermelhos é de 447,5 kHz com modulação em amplitude. A taxa de transmissão é de aproximadamente 7000 bits/s e a

comunicação pode ser bidirecional ou unidirecional como no caso dos comandos de infravermelhos.

- *Ethernet* - Este meio físico ao contrário dos anteriores, não tem nenhum documento na norma que o especifique. Apenas tem a referência que o meio físico *Ethernet* é utilizado sob o protocolo de rede IP (*Internet Protocol*). O KNX/EIB, referencia uma norma, herdada do EIB, que permite a utilização do KNX/EIB sob redes TCP/IP.

2.5.5.3. Vantagens e Desvantagens do EIB/KNX

Segundo a *Konnex*, o protocolo EIB tem na sua génese a conjugação de conhecimento e experiência adquirida ao longo dos últimos 15 anos, e por isso apresenta várias vantagens em relação a outros protocolos:

- O KNX é a norma internacional para controlo de residências e edifícios aprovada por várias entidades mundiais;
- O processo de certificação garante que produtos diferentes de fabricantes diferentes utilizados em diferentes aplicações operem e comuniquem entre si, o que garante um elevado grau de flexibilidade na ampliação e alteração de instalações.
- O EIB/KNX é a única norma de controlo de residências e edifícios com esquemas de certificação global de produtos, centros de formação e até de pessoas.
- A Associação KNX exige um elevado nível de controlo de qualidade e produção durante todas as fases de vida do produto. Assim, todos os membros fabricantes têm de comprovar a certificação de conformidade com a ISO 9001 antes mesmo de poderem sequer candidatar-se a uma certificação de produtos KNX.
- O EIB/KNX pode ser utilizado para todas as aplicações / funções possíveis no controlo de residências e edifícios, abrangendo desde a iluminação e o controlo de estores à segurança, aquecimento, ventilação, ar condicionado, monitorização, alarme, controlo de águas, eficiência energética, medição, bem como eletrodomésticos, áudio e muito mais.

- O protocolo pode ser utilizado quer em edifícios novos quer já existentes. As instalações EIB/KNX podem assim ser facilmente ampliadas e adaptadas a novas necessidades.
- Diversos meios de comunicação são suportados por este protocolo. Cada meio de comunicação pode ser utilizado em combinação com um ou mais modos de configuração, permitindo a cada fabricante escolher a combinação certa para o segmento de mercado e a aplicação a que se destina o produto.

Sendo apoiado por alguns gigantes da indústria, como a *Bosch*, *Miele*, *Schneider*, *Siemens* (entre outros) o KNX é uma boa e coesa aposta para automação e recomendada nas áreas do controlo de iluminação, climatização, segurança, gestão de acessos, e gestão de energia. A sua única (e principal) desvantagem são os custos relativamente elevados dos seus módulos, para muitos isso é o fator fundamental para continuar a usar os módulos com preços bem mais acessíveis de outros sistemas de automação.

2.5.6. ZIGBEE

O protocolo *ZigBee* foi criado em 2006, implementado sobre o IEEE802.15.4, um padrão criado em Maio de 2004 que consiste num simples protocolo de redes sem fios. A sua especificação do *Zigbee* está a cargo de um consórcio industrial não lucrativo de produtores e outras companhias, que juntos se designam por *ZigBee Alliance*.

O objetivo do *ZigBee* são as aplicações com baixos requisitos de transmissão de dados e dispositivos com necessidades de baixo consumo energético e os principais mercados alvo destes sistemas inclui o de controlo e automação de edifícios, tendo o potencial de controlar a sua temperatura e luminosidade, monitorizar a sua estrutura e executar tarefas de vigilância com o mínimo de interação humana.

É bastante comum existir uma comparação com as redes sem fios que mais se aproximam do *ZigBee*, o *Bluetooth* e o *Wi-Fi*, na tabela 2 demonstra-se as suas diferenças entre as várias tecnologias.

Tabela 2 - Comparação entre Tecnologias Sem Fios

(Fonte: Santos, 2009)

	ZigBee	Bluetooth	Wi-Fi
Standard	802.15.4	802.15.1	802.11b
Requisitos de Memória	4-32KB	250KB+	1MB+
Vida de bateria	Anos	Dias	Horas
Nós por mestre	65000+	7	32
Taxa de dados	250Kb/s	1Mb/s	11Mb/s
Alcance	300m	10m	100m

O *ZigBee* é um protocolo indicado para desenvolver aplicações de redes sem fios, pois permite uma maior quantidade de nós e um tempo de vida de bateria muito superior às restantes tecnologias. Estas, por sua vez são mais indicadas para a transmissão multimédia devido à sua elevada taxa de transmissão de dados.

2.5.6.1. Dispositivos *ZigBee*

Uma rede *ZigBee* é constituída por um coordenador, um ou mais *end devices* e opcionalmente um ou mais routers. O coordenador é um dispositivo responsável por todo o funcionamento da rede *ZigBee*. Ao iniciar o sistema, o coordenador cria uma rede à qual outros dispositivos se podem juntar. Os *end devices* são normalmente dispositivos de funcionalidade reduzida para permitir uma implementação o mais barata possível. Os routers servem como extensões do sinal. Se um dado dispositivo se quer ligar fora do alcance do coordenador, um router que esteja dentro desse alcance é responsável por servir de coordenador local e ligar o dispositivo à rede, transmitindo depois essa informação ao coordenador da rede.

2.5.6.2. Transmissão *ZigBee*

Os nós de uma rede *ZigBee* podem ser distribuídos em três tipos diferentes de topologias de rede: estrela, árvore e malha.

A mais simples de todas será a de estrela, com um coordenador, e um certo número de *end devices*, não contendo routers, cada *end device* encontra-se ao alcance do coordenador.

Na topologia em árvore, como explicado no capítulo anterior, os caminhos de comunicação estão organizados de modo a que exista apenas um caminho possível de um dispositivo para outro. Assim os *end devices* comunicam diretamente com o coordenador ou com apenas um router.

Numa topologia em malha os *end devices* comunicam diretamente com o coordenador ou com um router, mas neste caso podem existir diferentes caminhos entre routers. Este reencaminhamento é transparente para os *end devices*, e introduz contabilidade na rede, com o custo da acrescida complexidade.

2.5.6.3. Vantagens e Desvantagens do ZigBee

Além do baixíssimo consumo de energia, o *ZigBee* possui também outras características peculiares, como por exemplo o baixo custo, o uso de baterias do tipo AA que podem durar até 6 meses à conta do “*duty cycle*”, ou seja, a proporção de tempo durante o qual o componente, dispositivo ou sistema está em operação e volta a entrar em “dormência”. Este sistema possibilita um baixo consumo de energia.

A utilização de diferentes topologias de rede (estrela, árvore e malha), permite ao *ZigBee* uma grande flexibilidade com a possibilidade de ter 65000 nós, além de possuir um pequeno tempo de ligação e uma rápida transição para o modo de funcionamento, isso faz com que o protocolo apresente um baixo tempo de latência. [17]

As desvantagens do *ZigBee* assentam principalmente nas baixas taxas de transferência o que mesmo para aplicações simples inviabiliza certas ações que precisam de um taxa de transferência maiores aos que ele possui, como no caso da interconexão entre dispositivos [17] Outro fator pouco interessante em relação ao *ZigBee* é o seu catálogo ser reduzido, não havendo tantas opções de equipamentos como para outros sistemas de automação doméstica.

2.5.7. Z-WAVE

Z-Wave é um protocolo para automação doméstica de baixo custo completamente wireless e é implementável em qualquer estrutura, nova ou antiga, sem exigências ao nível de infraestrutura prévia. O utilizador pode elaborar um sistema com dois dispositivos e acrescentar novos à medida da sua conveniência.

O *Z-Wave* é um desenvolvimento da empresa dinamarquesa chamada *Zen-Sys*. Dois engenheiros dinamarqueses fundaram o *Zen-Sys* no final da década de 1990. A partir da ideia inicial de desenvolver a própria solução de automação residencial herdeira, a empresa evoluiu rapidamente para se tornar um fornecedor de tecnologia de comunicação vendendo para empresas que queriam desenvolver soluções de controlo. Mais tarde, em 2009, com o dinamismo crescente do mercado da domótica a *Zen-Sys* foi comprada pela *Sigma Designs*, uma fabricante de chips dos Estados Unidos da América.

Com tecnologia digital bidirecional, o *Z-Wave* congrega todos os dispositivos numa rede “*mesh*” para o controlo completo de residências, espaços comerciais e até mesmo edifícios de serviços com maiores dimensões. O controlo pode ser feito dentro e fora do espaço, através da internet usando qualquer computador ou telemóvel, sempre de forma segura. [18]

Tecnologicamente este protocolo destaca-se pela fiabilidade, baixo consumo, rapidez e alcance das suas redes. O fato de trabalhar numa banda estreita, que está fora dos 2,4 GHz, faz com que não sofra interferências de redes wireless, sistemas Bluetooth, telefones sem fio ou dispositivos de transmissão áudio/vídeo. Cada equipamento *Z-Wave* alimentado por corrente elétrica, após configurado na sua rede, repete as mensagens que lhe chegam via rádio frequência, sendo que o dispositivo alvo, responde com a confirmação de comando recebido. Obtemos, portanto, uma rede de alcance bastante alargado desde que os dispositivos estejam espaçados entre si até um máximo de 30 metros em linha de vista (poderá ser inferior mediante as características da estrutura). Todo este processo de envio, repetição, execução e devolução da confirmação de comandos, é produzido praticamente de forma instantânea e com um consumo residual.

Uma das grandes bandeiras do desenvolvimento do *Z-Wave* foi a criação da *Z-Wave Alliance*. Esta aliança foi criada no início de 2005 por um grupo de principais fabricantes de produtos de controlo residencial, insatisfeitos com a fragmentação tecnológica. Graças aos esforços das empresas fundadoras da *Z-Wave Alliance* e das mais de 450 empresas que se juntaram a elas, a promessa de controlo doméstico prático e generalizados é agora uma realidade atual do mercado. A interoperabilidade entre fabricantes é exigida pela entidade reguladora *Z-Wave*, permitindo aos produtores a especialização e garantido ao utilizador a compatibilidade entre marcas. [19]

Apesar do *Z-Wave* ter nascido um protocolo proprietário, com a receptividade que este protocolo teve no mercado e com o sucesso da tecnologia como ecossistema de controlo residencial, em 2012 o *Z-Wave* tornou-se um standard aberto e publico. Desta forma o consumidor não está preso a uma marca ou protocolo proprietário, podendo escolher a melhor e mais atual solução para o seu sistema. [20]

2.5.7.1. Dispositivos *Z-Wave*

No protocolo *Z-Wave* existem dois tipos de equipamento principais, os controladores e os dispositivos escravos. A principal diferença está claramente no facto de apenas os controladores terem a habilidade de construir e gerir uma rede. O controlador onde são inseridos novos nós é conhecido como controlador primário. Existem outros controladores, designados de controladores secundários, que realizam funções de controlo dentro da rede criada pelo anterior. Estes controladores podem ser:

- Controladores Portáteis – São alimentados a bateria e permitem uma mobilidade associada;
- Controladores Estáticos – São alimentados com corrente elétrica e instalados numa localização fixa;

O modo como são alimentados os dispositivos determina a sua habilidade para comunicar. Um módulo com uma alimentação consistente e cheio de energia tem a capacidade de ficar acordado e reagir imediatamente a todas as mensagens que passam por ele. Por outro lado, um módulo alimentado a bateria, necessita de poupar o máximo de energia e para isso entra num modo de dormência e apenas comunica com os vizinhos quando “acorda”. É devido a este fato, que no protocolo *Z-Wave*, apenas os dispositivos alimentados com corrente elétrica têm a capacidade de reproduzir a mensagem que recebem, aos seus nós vizinhos.

2.5.7.2. Transmissão *Z-Wave*

O *Z-Wave* foi concebido para fornecer uma transmissão fiável de pequenos pacotes de dados. A distância de comunicação entre dois nós é de cerca de 30 metros (40 metros com chip da série *Z-Wave Plus*), e com capacidade para a mensagem saltar até quatro vezes entre nós, o que oferece uma cobertura suficiente para a maioria das habitações.

Este protocolo utiliza frequências livres de licença, mas regulamentadas por órgãos governamentais. Sendo assim, o *Z-Wave* opera a 868,42 MHz na Europa, a 908,42 MHz na América do Norte e usa outras frequências em outros países, de acordo com suas regulamentações. A tabela com as frequências por país encontra-se no primeiro anexo (anexo I).

O *Z-Wave* usa uma arquitetura de rede em malha, como vulgarmente designamos rede “*mesh*”. A rede mais simples passível de ser criada é composta por um único dispositivo controlável e um controlador primário. Podem ser adicionados dispositivos adicionais a qualquer momento, assim como os controladores secundários, incluindo interruptores, controladores “*keyfob*” e até aplicações de *smartphone* e *tablet*. Uma rede *Z-Wave* pode comporta até 232 dispositivos, sendo que é possível conectar redes se forem necessários mais dispositivos.

Um dispositivo deve ser "incluído" na rede *Z-Wave* antes de poder ser controlado e este processo (também conhecido como "emparelhamento" e "adição") é geralmente iniciado com uma sequência de botões no controlador e no dispositivo. Caso seja necessário os dispositivos podem ser removidos da rede *Z-Wave* por um processo similar.

Cada rede *Z-Wave* é identificada por uma ID de rede (identificação de rede), e cada dispositivo é identificado por uma ID de nó (identificação de nó). O ID da rede é a identificação comum de todos os nós pertencentes a uma rede lógica de *Z-Wave*. O ID de rede tem um comprimento de 4 bytes (32 bits) e é atribuído a cada dispositivo, pelo controlador primário, quando o dispositivo está "incluído" na rede. Os nós com diferentes ID's de rede não podem comunicar entre si. O ID de nó é o endereço de um único nó na rede e tem um comprimento de 1 byte (8 bits) e deve ser exclusivo dentro da sua rede.

Com a rede “*mesh*” do *Z-Wave*, cada dispositivo da casa faz ressaltar sinais sem fio dentro da rede, o que resulta num baixo consumo de energia, permitindo que os dispositivos funcionem durante anos sem a necessidade de substituir as baterias.

Este protocolo de rádio permite que pouca informação seja compartilhada. As informações são apenas as suficientes para comandar uma habitação. A informação deve ser suficientemente poderosa para uma casa inteira, mas também não consumir a vida útil das baterias dos equipamentos que não são alimentados a 230V. Isso exclui qualquer informação de banda larga, como vídeo, música, e-mails e câmaras de segurança.

2.5.7.3. Vantagens e Desvantagens do *Z-Wave*

Existem mais de 700 produtos *Z-Wave* certificados e são mais de 12 milhões os equipamentos *Z-Wave* instalados em todo o mundo. Este protocolo é usado, maioritariamente, em residências, mas cada vez mais utilizado em edifícios de serviços. Centenas de hotéis estão equipados com *Z-Wave* sendo o expoente máximo desta tecnologia o hotel *Wynn* em Las Vegas, Nevada, com mais de 65000 dispositivos instalados. O *Z-Wave* apresenta várias vantagens, que o têm levado a uma aceitação de mercado muito interessante.

- Simplicidade - Qualquer equipamento elétrico é passível de ser controlado por *Z-Wave*, simplesmente ligue o aparelho a um módulo *Z-Wave* adequado e adicione o mesmo à sua rede *Z-Wave*;
- Modularidade - O *Z-Wave* tanto funciona com 2 ou 200 equipamentos, e novos dispositivos podem ser adicionados em qualquer altura. Podemos controlar um único equipamento, uma divisão, um piso ou o edifício inteiro de acordo com as necessidades;
- Económico - Ao contrário de protocolos que exigem infraestrutura prévia com tubagens e cabos especiais, o *Z-Wave* é barato e passível de ser instalado por qualquer pessoa;
- Poderoso - A rede “*mesh*” consegue perceber em tempo real o estado de qualquer aparelho. Confirma as ordens enviadas aos dispositivos e atualiza o seu estado na rede *Z-Wave*;
- Versatilidade – Este protocolo pode ser adicionado a praticamente qualquer dispositivo elétrico de uma habitação, permitindo o controlo e monitorização do mesmo, tanto em casa como remotamente;
- Inteligência - Após a inclusão de atuadores e controladores *Z-Wave* numa habitação, é possível tirar partido dos equipamentos elétricos como se de uma equipa se tratasse. Podemos cruzar informação entre os vários dispositivos para criar cenários facilitadores de tarefas triviais, de segurança ou lazer. O portão da garagem pode “mandar” ligar as luzes de casa quando aberto, a fechadura da porta

de entrada notifica-nos quando as crianças chegam ou saem, e o nosso mordomo virtual *Z-Wave* irá fechar os estores a uma dada hora.

Apesar da tecnologia *Z-Wave* ser uma solução interessante principalmente para residências já construídas, a velocidade na transmissão dos dados é baixa, o que ainda inviabiliza a transmissão de imagem, som e outros dados. Além disso, para soluções que necessitem de mais que 30 dispositivos, a solução *Z-Wave* começa a ficar mais cara que um sistema de cabo.

2.6. RESUMO DE PROTOCOLOS

A aposta nos protocolos abertos deve ser a primeira opção, garantindo desta forma ao cliente um melhor suporte e um maior portfólio de produtos, não dependente de uma única empresa. A tabela seguinte (tabela 3) apresenta uma comparação entre as tecnologias disponíveis:

Tabela 3 - Comparação entre Protocolos de Automação Residencial
(Adaptada de: eurox10.com)

Protocolo	Facilidade de Instalação	Portefólio Disponível	Fiabilidade/Capacidade	Preço
X10	★★★★★	★★★★★	★★★☆☆	★★★★★
CEBus	★★★☆☆	★★★☆☆	★★★★☆	★★★☆☆
LonWorks	★★★☆☆	★★★☆☆	★★★★☆	★★★☆☆
Insteon	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
EIB/KNX	★★★☆☆	★★★★★	★★★★★	★★★☆☆
ZigBee	★★★★☆	★★★☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Z-Wave	★★★★☆	★★★★★	★★★☆☆	★★★★☆

Resumindo, o protocolo X10 é a tecnologia de comunicação dentro de um ambiente doméstico mais económica e de fácil instalação, mas encontra-se em fim de vida. A construção de uma pequena rede de domótica é uma tarefa ao alcance de qualquer utilizador comum e permite-lhe realizar pequenas soluções de automação mesmo em habitações já construídas, sem ser necessária a instalação de nenhum tipo de cablagem.

O *Z-Wave* possui uma arquitetura com o controlo centralizado numa unidade integrada numa rede “mesh”, já o X10 possui uma arquitetura descentralizada e o facto de

não possuir um elemento central torna este protocolo mais imune a falhas, já que a falha de um equipamento apenas compromete o funcionamento desse mesmo elemento. Apesar disso o *Z-Wave* é, em certo sentido, melhor.

Enquanto o protocolo X10 envia sinais ao longo das linhas elétricas e oferece um adaptador RF opcional, o *Z-Wave* é totalmente baseado em tecnologia sem fios. Os sistemas *Z-Wave* respondem mais rapidamente do que sistemas baseados em X10, oferecem confirmação a fim de garantir que as mensagens não sejam perdidas sem gerar um erro. Enquanto o sistema X10 leva aproximadamente um segundo para enviar um comando, o *Z-Wave* pode enviar um comando e recebe a confirmação de entrega em cerca de 50 milissegundos.

O *Z-Wave* apresenta-se, no fim de contas, como uma excelente opção para automação residencial. Reúne a facilidade de instalação, um preço acessível e um portfólio de equipamentos em constante crescimento. É por isso, e por ser esta a tecnologia onde a CentralCasa tem desenvolvido mais *know-how*, que esta dissertação se baseará numa solução de automação residencial com videovigilância apoiada na tecnologia *Z-Wave*.

3. CATÁLOGO Z-WAVE

O protocolo *Z-Wave* é ativamente suportado por 160 produtores e provedores de serviço em todo o mundo. Existem mais de 2100 produtos em todo o mundo e mais de 70 milhões de produtos foram vendidos desde os começos em 2001. Todos eles trabalham juntos, independentemente da marca, porque todos eles são baseados no standard *Z-Wave*. [19]

O *Z-Wave* é o protocolo de automação doméstica com maior desenvoltura nos dias que correm, tendo certificado num único ano cerca de 200 equipamentos. O catálogo de produtos é extenso, e de modo a compreender um pouco do que este protocolo pode oferecer é importante conhecer quais os produtores mais influentes, que tipo de equipamentos existem no mercado e qual a categoria onde estes podem estar inseridos.

3.1. CONTROLADORES

Tal como o próprio nome indica controladores são os dispositivos aos quais é atribuída a tarefa de controlar a rede *Z-Wave*, sejam vários dispositivos ou um específico. Dependendo do controlador, as características podem variar bastante, seja a nível de funcionalidades, limite de dispositivos a controlar ou preço.

3.1.1. CONTROLADORES PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

Os controladores primários são normalmente *gateways* que gerem a rede *Z-Wave* e são o cérebro desta tecnologia. São conectadas à Internet de modo a que seja possível aceder a elas através de computador, *tablet* ou *smartphone*. Bons exemplos deste equipamento são os controladores das marcas *Fibaro* (figura 19 (a)), *Vera* (figura 19 (b)) ou *Zipato* (figura 19 (c)).



a) Home Center Lite



b) VERA Edge



c) ZipaBox

Figura 19 - Gateways Residenciais Z-Wave
(Fonte: eurox10.com)

Os controladores secundários são dispositivos associados à rede *Z-Wave*, como por exemplo comandos portáteis, que controlam equipamentos específicos dentro da rede e desencadeiam funções simples tais como ligar e desligar um determinado módulo de tomada ou iluminação.

Alguns controladores têm a excelente particularidade de ser compatíveis com outros protocolos. A *ZipaBox*, por exemplo, é uma *gateway* modular onde podem ser associados módulos KNX ou RF para controlar equipamentos desses protocolos. Os controladores têm geralmente um limite de dispositivos *Z-Wave* que podem controlar que ronda os 233 dispositivos. São também equipamentos de reduzidas dimensões, sendo, por exemplo, o

VeraEdge um dispositivo com 115,5mm de comprimento, 79,5mm de largura e 30,5mm de espessura.

3.1.2. INTERFACES Z-WAVE

As interfaces *Z-Wave*, ou como são mais conhecidos, os “sticks” *Z-Wave* são dispositivos que depois de conectados por USB permitem “transformar” o computador num controlador de rede *Z-Wave*. Numa das soluções de automação e videovigilância apresentadas mais à frente será utilizado um equipamento destes, o “*Z-Wave USB Stick Generation 5*” (figura 20), um *stick* da marca *AeonLabs* conectado a um *Raspberry Pi 3*.



Figura 20 -Z-Wave USB Stick Generation 5
(Fonte: eurox10.com)

3.1.3. RASPBERRY PI 3 COM *OPENSOURCE*

Com um número cada vez maior de dispositivos disponíveis para automatizar, proteger e monitorizar a casa, nunca antes foi tão tentador tentar impor o conceito de automação residencial. Para quem procura controlar seu sistema de iluminação remotamente, integrar um sistema de som, proteger a casa de um roubo, incêndio ou outras ameaças, reduzir o uso de energia, existem inúmeros dispositivos disponíveis e de fácil integração.

Ser capaz de entender completamente os programas que controlam a habitação exige a capacidade de visualizar e, se necessário, modificar, o código fonte executado nos próprios dispositivos. Um bom primeiro passo para trazer um *open-source* no sistema de automação residencial é garantir que o dispositivo “cérebro”, ou seja, o que controla a rede, apresenta

uma interface para este tipo de software. Felizmente, há muitas opções para executar em diversos dispositivos, desde o computador pessoal até um *Raspberry Pi*.

O *Raspberry Pi* é um computador de tamanho de cartão de crédito projetado originalmente para educação. O objetivo do criador, Eben Upton, era criar um dispositivo de baixo custo que melhorasse as habilidades de programação e a compreensão do hardware a nível pré-universitário. Graças ao seu pequeno tamanho e preço acessível, foi rapidamente adotado por fabricantes e entusiastas de eletrônica para projetos que exigem mais do que um microcontrolador básico. [23]

Quando o primeiro *Raspberry Pi* foi lançado em fevereiro de 2012, revolucionou a visão dos fabricantes de todo o mundo e continua a fazê-lo até hoje. A partir de novembro de 2016, existem sete versões diferentes do Pi. O modelo A, A+, B e B+, apresentam um conector micro-USB para alimentação. As placas do modelo A podem ser facilmente identificadas pela falta de uma porta Ethernet, e pelo formato da placa. O modelo A é um retângulo, enquanto o A+ é de forma quadrada. As placas do modelo B e B+ são de forma retangular e possuem uma única porta Ethernet, além disso, as placas Modelo B e B+ reúnem impressionantes 512 MB de SDRAM, com as placas do modelo A com apenas 256 MB de SDRAM. Para distinguir ainda mais estes quatro modelos iniciais, as placas Modelo A e B apresentaram um conector de vídeo composto RCA amarelo e um *slot* para cartão SD de tamanho completo, enquanto as placas A+ e B+ possuem um conector de 4 polos 3,5 mm e micro-SD para economizar espaço. O modelo B+ também tem a sua porta micro-USB deslocada para a lateral da placa ao lado da porta HDMI.

Nesta dissertação, será usado, numa das soluções apresentadas posteriormente, um Raspberry Pi 3 modelo B. Esta versão incorpora conectividade *wireless* LAN 802.11b/g/n e *bluetooth* clássico e *low energy*. Com mais velocidade de processador e maior conectividade chega o reverso da medalha, o *Pi 3* precisa de mais alimentação que as versões anteriores. A fonte de alimentação de 5 *Volts* recomendada para o *Raspberry Pi 3* deverá ter no mínimo 2.1A e para o seu correto funcionamento.

O ensaio basear-se-á na tentativa de transformar este minicomputador num mini controlador *Z-Wave* de baixo custo através da integração de um *open-source* designado *Home-Assistant*. Deste modo vai ser estudada a possibilidade de esta solução realizar as mesmas tarefas que um controlador nativo consegue desempenhar facilmente.

O *Home Assistant* é uma plataforma de automação residencial gratuita, projetada para ser facilmente implantada na maioria das máquinas que podem executar o Python 3. Este software integra-se com mais de 810 de ofertas (figura 21), permitindo ao utilizador, por exemplo, aceder a informações meteorológicas, ao controlo por voz *Amazon Echo*, integrar vários protocolos de automação doméstica, como *Z-Wave*, *Zigbee* ou *KNX*, controlar sistemas wireless de luz como o *Philips Hue* e até mesmo integrar câmaras IP. [22]

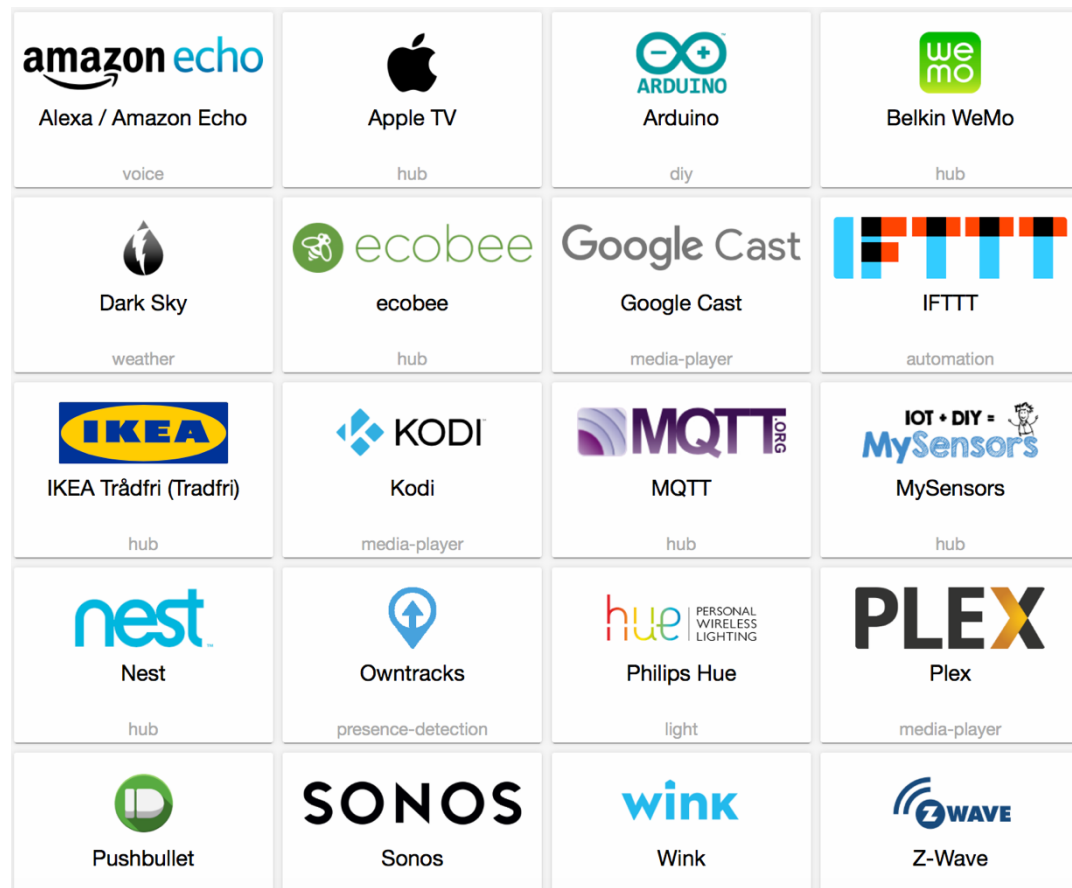


Figura 21 - Exemplo de Componentes do *Home Assistant*

(Fonte: home-assistant.io)

O *Home Assistant* é disponibilizado sob uma licença MIT, e pode ser descarregado diretamente no site oficial (www.home-assistant.io). Depois de descarregado, e uma vez que já inclui o sistema operativo, basta montar a imagem num cartão SD usando uma máquina Windows e um programa designado de “*Etcher*”.

Como na maioria dos sistemas de automação, o *Home Assistant* oferece aos clientes uma aplicação para aparelhos móveis para controlar dispositivos inteligentes remotamente. Esta ferramenta é caracterizada por não ter dependência de um provedor de nuvem, ou “*cloud*”

como vulgarmente é designado, e deste modo, segundo o fundador Paulus Schoutsen “mesmo quando a Internet cai, a casa não desliga, e os seus dados confidenciais permanecem em casa”.

Este software oferece componentes para cada dispositivo ou serviço suportado, bem como acesso fácil a grupos de componentes, como luzes, termostatos, interruptores ou portas de garagem. A configuração é facilitada com uma verificação de rede, ou seja, um dispositivo compatível, quando descoberto é configurado automaticamente. É possível integrar, por exemplo, um sensor de movimento que aciona uma luz quando é ativado ou fazer cenários baseados em calendarizações ou acontecimentos meteorológicos.

A escolha dos controladores a utilizar nas duas soluções que serão apresentadas nos próximos capítulos baseia-se principalmente no preço. Como já foi evidenciado anteriormente, e uma vez que o protocolo de automação doméstica a ser utilizado é o *Z-Wave*, será empregue uma numa das soluções a *Z-Wave USB Stick Generation 5* da *AeonLabs* associada ao *Raspberry Pi 3* a correr o *Home Assistant*. A outra solução terá como elemento principal um controlador *VeraEdge*, que, para além de ser um dos equipamentos mais comercializados pela CentralCasa, é o controlador *Z-Wave* nativo mais económico. Deste modo, serão comparadas as duas soluções com controladores mais baratos, segundo dados obtidos nos *websites* “eurox10.com” e “ptrobotics.com”, e demonstrados pela tabela 4.

Tabela 4 - Comparação entre Alguns Controladores Z-Wave

EQUIPAMENTO	TIPO	LIMITE DISPOSITIVOS	PREÇO
Fibaro - Home Center Lite	GATEWAY	232	279,98€
Zipato - Zipabox	GATEWAY	232	199,00€
Vera - VeraEdge	GATEWAY	232	138,99€
Raspberry Pi 3 + AeonLabs Z-Wave Stick	GATEWAY	232	84,10 €

3.2. MÓDULOS DE ILUMINAÇÃO

O controlo de iluminação “*on/off*” é geralmente realizado com recurso a instalação de micromódulos que são integrados na rede *Z-Wave*. Estes micromódulos, alimentados a 230V AC, possuem um ou dois relés que em resposta aos comandos do utilizador abrem ou fecham o circuito elétrico.

Grande parte destes equipamentos têm a particularidade de poder ser instalados, tanto na caixa do interruptor convencional, como no quadro elétrico (com recurso a caixas próprias). Estes produtos permitem que a ele sejam conectados os interruptores convencionais para que o controlo manual e local seja sempre permitido. Na figura 22 está representado um desses micromódulos, que possui também um mecanismo de medição de consumos, capaz de medir os consumos associados á carga que está conectada e reportar esta informação ao controlador de rede *Z-Wave*.

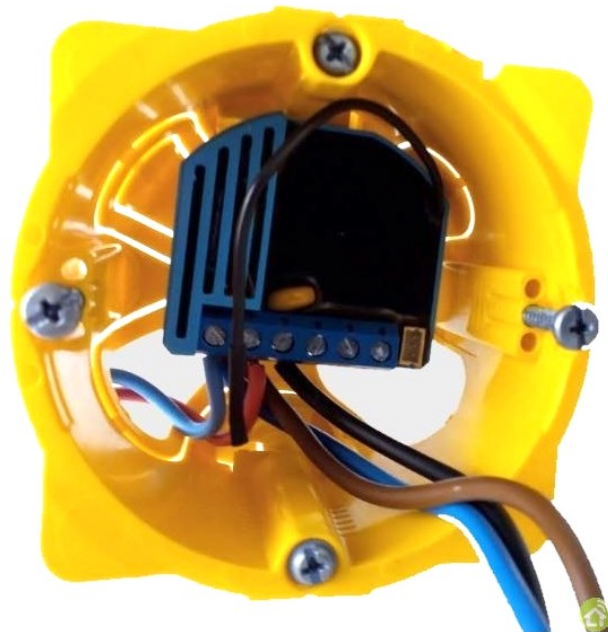


Figura 22 - Micromódulo de Iluminação *Qubino*
Fonte: eurox10.com)

Quando o objetivo passa por regular intensidade luminosa, os micromódulos “*on/off*” deixam de ser opção. Um micromódulo “*dimmer*”, representado na figura 23, possui a capacidade de regular a intensidade da iluminação ligada à sua saída e, dependendo do método de regulação, o “*dimmer*” pode ser utilizado em cargas resistivas incandescentes ou, de forma mais abrangente, em cargas indutivas e reativas.

Tal como o “on/off” e grande parte dos micromódulos *Z-Wave*, os “*dimmers*” também foram desenhados para ser colocados em caixas de interruptor e alimentados a 230V AC.



Figura 23 - "Dimmer 2" da Fibaro
(Fonte: eurox10.com)

No caso da instalação em estudo nesta dissertação a opção para controlo de iluminação recairá sobre o micromódulo on/off *Qubino* de 2 relés. Esta escolha deve-se ao facto de ser mais barato que os da marca *Fibaro*, e sendo o de 2 relés de igual preço ao de 1 relé é possível agilizar a instalação ao máximo e aproveitar um micromódulo para controlar dois circuitos separados.

Tabela 5 - Comparação entre Alguns Micromódulos de Iluminação

EQUIPAMENTO	TIPO	Nº SAÍDAS	PREÇO
FIBARO FGS-213	ON/OFF	1	59,99 €
FIBARO FGS-223	ON/OFF	2	59,99 €
FIBARO FGD-212	DIMMER	1	59,99 €
QUBINO ZMNHAD1	ON/OFF	1	59,90 €
QUBINO ZMNHBD1	ON/OFF	2	59,90 €
QUBINO ZMNHDD1	DIMMER	1	59,90 €

3.3. MÓDULOS PARA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Existem equipamentos capazes de realizar as mesmas funções de on/off e regulação que os micromódulos referidos anteriormente, mas diferentes na sua estrutura e instalação. As chamadas tomadas *Z-Wave* (figura 24) são dispositivos inteligentes “*Plug & Play*”, extremamente compactos, sofisticados e controlados remotamente. Podem ser utilizadas para controlar dispositivos elétricos registando os respetivos consumos de energia de uma forma conveniente, versátil e sem necessidade de manutenção. As novas versões possuem um anel RGB que indica visualmente se a carga conectada consome muita ou pouca energia.



Figura 24 - AeonLabs Smart Switch 6
(Fonte: eurox10.com)

3.4. MÓDULOS DE ESTORES

O controlo de estores é outra valência do *Z-Wave* muito procurada pelos utilizadores. Este protocolo de automação permite controlar o estore onde quer que esteja, sem nunca abdicar do controlo manual (interruptor) que vulgarmente se encontra junto do estore. Criar cenários de abertura diária, de simulação de presença ou apenas abrir e fechar o estore através do *tablet* ou *smartphone* onde quer que esteja é possível colocando um micromódulo na caixa de interruptor ou trocando o interruptor convencional por um interruptor *Z-Wave*.

Depois de uma instalação muito semelhante aos módulos de iluminação, estes equipamentos, representados respetivamente pelas figuras 25 e 26, procedem a uma calibração automática de modo a perceber onde são os fins de curso do motor. Isto permite que o utilizador possa controlar percentualmente a subida e descida do estore sem que este deixe de saber em que posição se encontra.



Figura 26 - Micromódulos de Estores Qubino
(Fonte: eurox10.com)



Figura 25 - Interruptor de Estores Duwi
(Fonte: eurox10.com)

3.5. MÓDULOS DE CLIMATIZAÇÃO

O conforto está inteiramente ligado a uma boa climatização da habitação. Os termostatos *Z-Wave* medem a temperatura real próximo ao dispositivo e decidem como operar o interruptor que atua o aquecimento. Em paralelo, a *gateway* pode controlar a temperatura usando a comunicação *Z-Wave* de modo a programar uma temperatura constante em toda a habitação. Na figura 27 é apresentado o conjunto de termostato e atuador *Z-Wave*, capazes de fazer medições de temperatura e atuar o aquecimento automaticamente através da rede *Z-Wave*.



Figura 27 - Conjunto Termóstato Mais Atuador Z-Wave
(Fonte: eurox10.com)

O *Living Connect LC-13* (figura 28) é um termostato eletrónico a bateria (2 x 1,5V AA) que pode ser controlado por um controlador *Z-Wave*. A particularidade deste termostato, além da fácil instalação, é a adaptação simples para todas as válvulas termostáticas fabricadas pela *Danfoss* e a maior parte de outros fabricantes de válvulas. Este dispositivo tem um programador interno que permite definir até 9 entradas diferentes para cada dia da semana, e para além disso tem a funcionalidade de janelas abertas, o que fecha a válvula do radiador se a temperatura do quarto descer dramaticamente.



Figura 28 - Termostato LC 13 Danfoss para Radiadores
(Fonte: eurox10.com)

Controlar as unidades de ar condicionado também é possível com este protocolo. Com o extensor *Z-Wave* para Infravermelhos (IV), que trabalha com controladores de automação residencial pode controlar o seu *splitter* de ar condicionado com um simples click na aplicação móvel. Estes módulos são alimentados a 5V DC (do inglês *direct current*) e comunicam diretamente com o controlador. Possuem uma biblioteca de códigos de controlo IV integrada e através de uma configuração simples é possível emparelhar este módulo com o Ar Condicionado. O funcionamento deste equipamento encontra-se representado na figura 29.

ZXT-120

Z-Wave to IR Extender for Air Conditioners

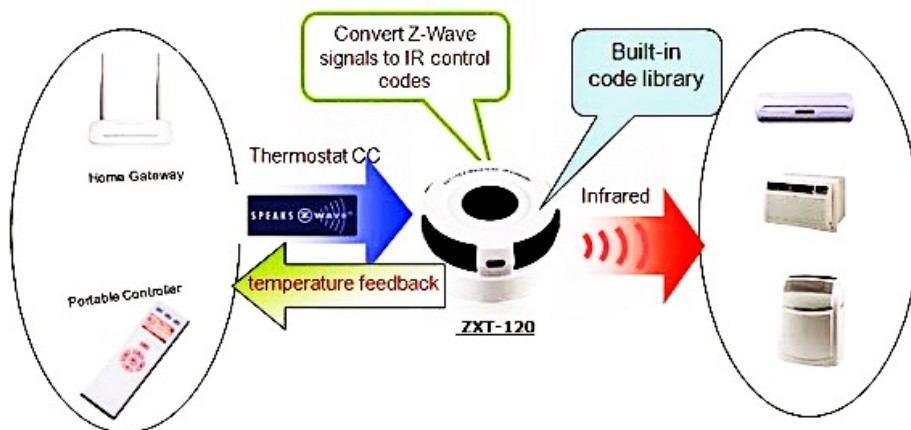


Figura 29 - Funcionamento Extensor Z-Wave para IV

(Fonte: intellihome.be)

3.6. SENSORES

Os sensores são uma peça muito importante para um sistema de automação residencial, pois são estes equipamentos os responsáveis pela recolha de informação que será usada no despoletar de cenários inteligentes. Tanto os sensores de movimento, como os sensores magnéticos de porta/janela, são dispositivos, alimentados por uma bateria 3,6V ½ AA, que recebem a informação de intrusão e comunicam ao controlador para que este notifique o utilizador e faça suar, por exemplo, a sirene *Z-Wave* associada ou um conjunto de ações na iluminação.

Em grande parte dos sensores *Z-Wave* as valências são variadas, isto é, os sensores porta/janela da *Fibaro* são também, por exemplo, sensores de temperatura, os sensores de movimento são também sensores de humidade e luminosidade. O expoente máximo é mesmo o “*Multisensor 6*” (figura 30) da californiana *AeonLabs*, que combina deteção de movimento, deteção de vibração, temperatura ambiente, intensidade luminosa, nível de humidade e nível de radiação ultravioleta (UV), tudo no mesmo dispositivo.



Figura 30 - "Multisensor 6" da AeonLabs
(Fonte: eurox10.com)

Para além destes sensores, existem sensores de inundação, fumo ou deteção de monóxido de carbono (CO), tal como os anteriores alimentados a bateria, que são também de importância extrema na constituição de um sistema de segurança incorporado no sistema *Z-Wave*. Os sensores de inundação, fumo e CO comunicam ao controlador a deteção de modo a que seja enviada uma notificação ao utilizador, e podem deste modo desencadear cenários de corte de válvulas, abertura de portas ou mesmo cortes de energia.

Tabela 6 - Comparação entre Alguns Sensores Z-Wave

EQUIPAMENTO	PORT/JAN	MOV.	LUMIN.	TEMP.	HUM.	VIBR.	RAD. UV	FUMO	INUND.	PREÇO
ZIPATO VS-ZD2301	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	49,90€
FIBARO FGMS-001 ZW5 SENSOR	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	59,99€
AEONLABS MULTISENSOR 6	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	67,17€
FIBARO FGFS-101 ZW5	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	59,99€
ZIPATO PH-PAT02.EU	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	59,00€
FIBARO EFGSD-002	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	64,99€
ZIPATO PH-PSG01.EU	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	59,00€
FIBARO FGK-101	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	49,57€
AEONLABS ZW120	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	59,66€
ZIPATO VS-ZD2102.EU	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	44,00€

Neste caso a escolha para os sensores utilizados nas soluções propostas não recai apenas sobre o preço. As características apresentadas pelos sensores são um fator eliminatório e o facto de alguns dos sensores serem pouco comercializados pela CentralCasa também interferiu na escolha. Assim, em ambas as soluções serão utilizados os sensores da marca *Fibaro*, tanto para deteção de movimento, intrusão, fumo e inundação como para recolha de dados de luminosidade e temperatura.

3.7. FECHADURAS DE SEGURANÇA

As fechaduras *Z-Wave* são um equipamento que se tem tornado aposta em sistemas de controlo de acessos. Estes dispositivos permitem ao utilizador abdicar da chave para trancar ou destrancar a porta. Exemplo disso é a *Danalock* (figura 31), que permite controlar uma fechadura através de *Z-Wave* ou *Bluetooth*. Quando associada a um controlador *Z-Wave*, o utilizador pode via *Smartphone* trancar e destrancar a porta onde quer que esteja bem como saber o estado da fechadura em tempo real. Do lado interior, a fechadura é operada convencionalmente ao tocar no botão de utilizador. O proprietário da *Danalock*, pode ainda criar e enviar chaves de acesso permanentes, recorrentes ou temporárias via SMS ou e-mail a convidados e é sempre notificado em caso de abertura ou fecho da fechadura *Z-Wave*.



Figura 31 - Fechadura Z-Wave
(Fonte: eurox10.com)

3.8. MÓDULOS DE GESTÃO ENERGÉTICA

A sustentabilidade e eficiência energética nunca estiveram tanto em voga como nos dias de hoje. O *Z-Wave* ajuda a fazer uma correta gestão da energia usada pela habitação. O simples facto de criar cenários para regular a intensidade da iluminação consoante a luz natural ou controlar consumos excessivos de equipamentos quando assim o entender, permite reduzir em muito a sua fatura energética.

Para além de praticamente todos os micromódulos de iluminação e estores possuírem um mecanismo de medição de consumos, existem equipamentos desenvolvidos especificamente para isso. Os medidores de consumos, como o da figura 32, podem reportar potência em watts e a energia consumida em quilowatt hora. Habitualmente colocados no quadro elétrico, alimentados a 230V AC, estes equipamentos podem utilizar ou não pinças de medição para fazer a recolha de dados.



Figura 32 - Medidor de Consumo Energético Z-Wave
(Fonte: eurox10.com)

3.9. EQUIPAMENTOS FUTUROS

Apesar do vasto leque de equipamentos anexados a este protocolo, o mercado do *Z-Wave* cresce a cada dia e o lançamento de novos produtos, com novas funcionalidades e designs apelativos, é uma constante. À medida que as oportunidades de mercado crescem, as empresas continuam a perceber que existe necessidade de conceber redes “*mesh*” fortes de modo proporcionar a casa inteligente “prometida” aos consumidores.

Apesar de ter um catálogo bastante completo, o *Z-Wave* apresenta algumas debilidades quando são necessários equipamentos preparados para ambiente exterior. Equipamentos com índices de proteção capazes de aguentar uma operação correta em ambientes com condições atmosféricas mais rigorosas não são uma constante neste mercado.

Estão a ser preparados alguns lançamentos, como é o caso do primeiro teclado de exterior para controlo de acessos, o “*POPP Keypad*” da marca alemã *POPP*, que já se

encontra em pré-lançamento em algumas lojas on-line da especialidade como é o caso do “euroX10.com” e “shop.zwave.eu”. Além destes lançamentos, um sensor magnético ou um sensor de cortina para exterior poderiam ser excelentes complementos ao catálogo.

Um produto que também seria interessante para o catálogo *Z-Wave* era um sensor 3 em 1 de fumo, CO₂ e CO. Seria basicamente a junção de 3 sensores já existentes, que normalmente trabalham nos mesmos ambientes, mas individualmente. As vantagens para o utilizador seriam interessantes, a começar pelo aumento da segurança da habitação, a diminuição do orçamento gasto em sensores e claramente o melhor aproveitamento do espaço uma vez que colocar 3 sensores no teto causa um impacto visual bem maior que um único sensor capaz de reportar os mesmos dados.

4. CASO PRÁTICO

No presente capítulo é descrito o caso de estudo em que se baseia toda esta dissertação. Como anunciado anteriormente, esta dissertação visa perceber, através de uma análise comparativa, as vantagens e desvantagens de uma solução de automação doméstica e vigilância baseada no protocolo *Z-Wave* apoiada num controlador nativo em detrimento de uma solução para os mesmos fins baseada num *Raspberry Pi 3* apoiado num *open-source* de automação doméstica e uma stick *Z-Wave*. Ambas as soluções foram instaladas e estudadas num projeto de uma moradia de 2 pisos situada na cidade do Porto que será descrita de seguida.

4.1. PERFIL DA INSTALAÇÃO

Como foi defendido ao longo desta dissertação, o *Z-Wave* é um protocolo que, devido às suas características, pode facilmente ser implementado em qualquer tipo de habitação sem grande necessidade de obras ou remodelações. Por isso, este é um dos muitos perfis de instalação possíveis.

A solução final será para implementar fisicamente numa moradia de dois pisos situada na Rua dos Castelos, freguesia de Ramalde e concelho do Porto, representada na figura 33. Esta vivenda é constituída por um piso subterrâneo, onde se situam dois quartos, uma sala de jogos, uma casa de banho e também um pátio exterior de acesso a uma área técnica. No piso

principal, denominado de rés do chão, encontra-se a cozinha e sala que perfazem um único compartimento, e também uma casa de banho e um pátio. O acesso ao exterior no piso subterrâneo é possível apenas pelo pátio exterior enquanto no rés do chão o interior da habitação é acessível pela porta principal, pela zona da cozinha e também pela por um pátio exterior situado nas traseiras. Para além disto existe uma pequena garagem num nível intermédio aos dois pisos. As plantas da habitação podem ser consultadas, para uma melhor compreensão, no anexo B.

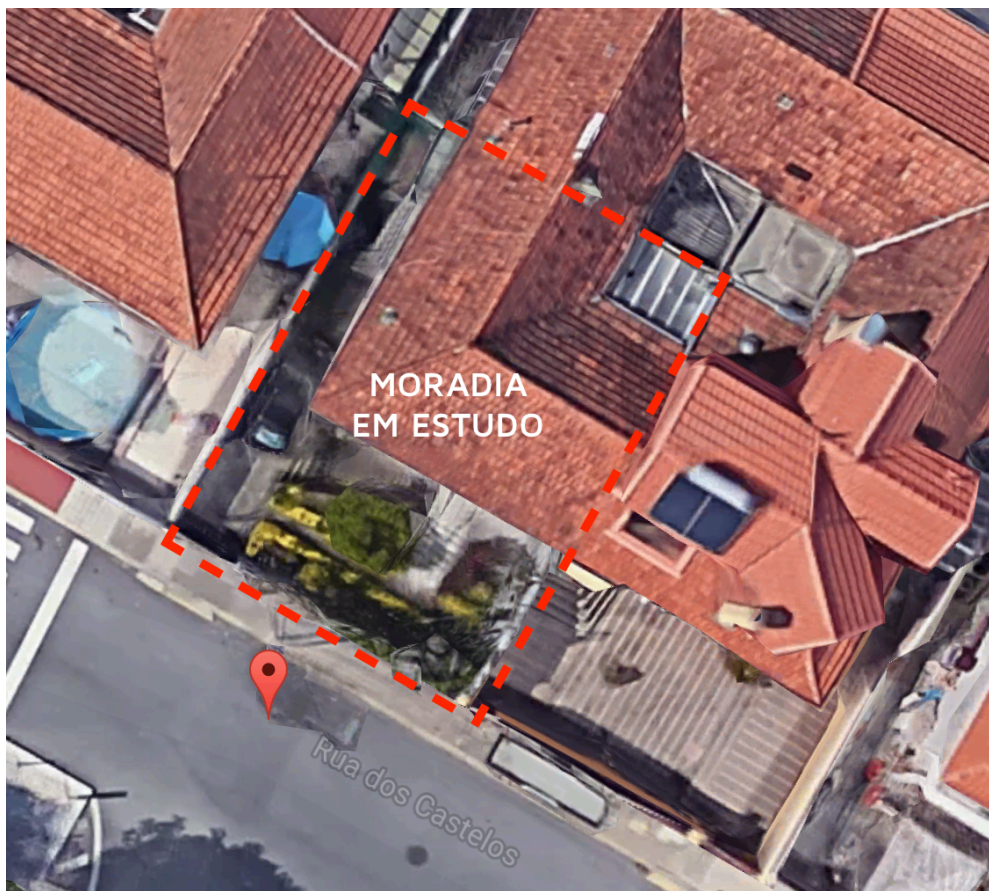


Figura 33 - Moradia de Estudo - Rua dos Castelos – Porto
(Fonte: www.google.pt/maps)

Foram montadas e apresentadas ao cliente as duas soluções *Z-Wave* para automação doméstica e vigilância nesta habitação. Estas diferenciar-se-ão apenas no equipamento que faz a gestão e controlo da rede e nas câmaras IP integradas, sendo que todos os sensores e atuadores utilizados em ambas as soluções apresentadas em seguida serão exatamente iguais. Deste modo será apresentada de seguida a estrutura e localização dos elementos comuns as duas soluções e posteriormente será apresentada a configuração de cada uma das soluções individualmente.

4.2. ESTRUTURA

Como referido anteriormente, solução A é estruturalmente muito semelhante à solução B. Em coerência com o cliente, foi pensada uma solução que envolvesse as quatro áreas principais. A área de conforto com controlo de iluminação, estores e ar condicionado, a área de segurança com deteção de movimento, sensores de fumo, inundação e porta/janela, a área de gestão energética com medidores de energia inteligentes para controlar consumos sem esquecer a área de controlo com cenários pré-definidos e interfaces para o utilizador gerir a sua habitação onde quer que esteja.

Além do controlo e automação, a ideia passa por integrar 4 câmaras IP, que para além da aplicação nativa possam ser associadas á interface de automação e o utilizador possa visualizar imagem sem necessitar de saltar de aplicação em aplicação.

Os equipamentos em que se baseiam as soluções serão:

➤ Controlador *Z-Wave*

Solução A – O controlador escolhido para esta solução é o *VeraEdge* por uma questão de orçamento, uma vez que como mencionado anteriormente é o controlador *Z-Wave* nativo mais barato.

Solução B – O controlador para esta solução é o *Raspberry Pi 3* associado ao *software Home Assistant*, para que seja possível perceber se uma solução mais barata alcança os mesmos resultados

Em ambas os casos, o controlador ficará alojado no armário junto à entrada (figura 34) onde estão também o router de internet e o quadro elétrico principal. Assim será fácil fazer a conexão do controlador á rede de internet da habitação e não existirá impacto visual uma vez que estes dispositivos ficam fora do alcance da vista.

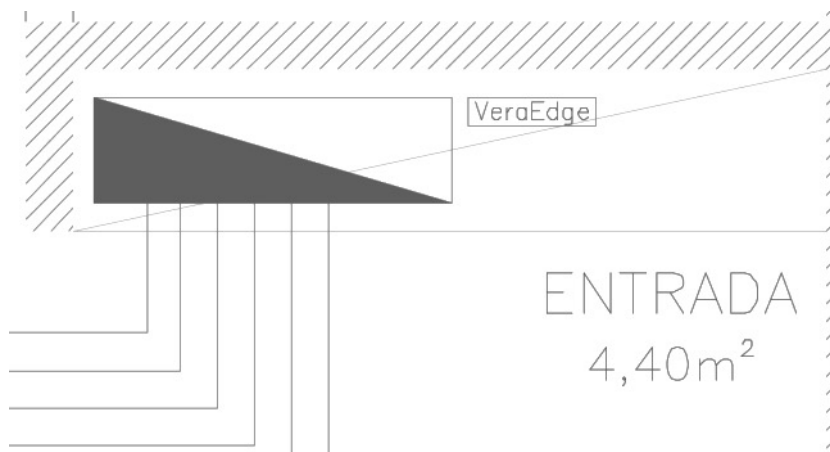


Figura 34 - Localização do Controlador Z-Wave

Uma vez que, como outrora descrito, o *Z-Wave* tem uma estrutura em “*mesh*” não teremos problemas com alcances nas comunicações entre o controlador situado no armário e os restantes dispositivos pois cada um dos dispositivos replicará o sinal *Z-Wave* construindo assim uma rede de contactos fiável para transporte de mensagens.

O controlador depois de alimentado, é conectado por cabo ou wireless à rede de Internet da habitação e assumirá um IP que poderá ser configurado para IP fixo. Assim mesmo não havendo serviço de Internet, o utilizador dentro da sua rede poderá sempre aceder ao controlador e controlar os equipamentos a ele associados.

➤ Micromódulos de Iluminação

Os micromódulos de iluminação utilizados são da marca *Qubino*. Por uma questão de poupança e simplificação os micromódulos utilizados possuem duas saídas que permitem controlar dois circuitos de iluminação individualmente. Esta opção deve-se ao facto de estes equipamentos serem mais baratos e possuírem um historial com poucos problemas de compatibilidades com controladores.

Os micromódulos de duas saídas, são colocados nas caixas de interruptores, com a particularidade de que lá tem de existir neutro e fase de forma

permanente, pois este equipamento é alimentado a 230V AC. O interruptor manual é ligado ao micromódulo para que o controlo local não desapareça, como demonstra a figura 35.

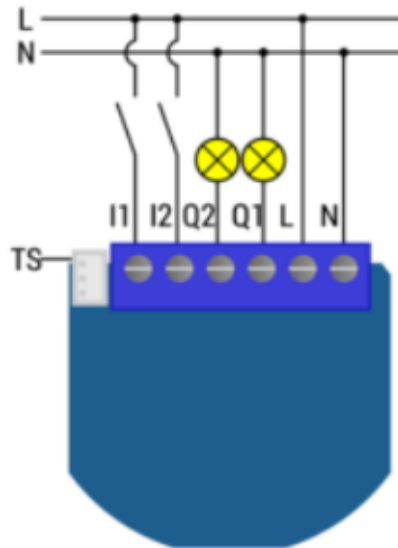


Figura 35 - Esquema de Ligação de Micromódulo de Iluminação 2 Saídas

(Fonte: www.qubino.com/downloads)

Nesta moradia têm de ser colocados dez micromódulos na totalidade, sendo que sete estão no rés do chão enquanto os restantes três se encontram no piso subterrâneo, todos dentro das caixas dos interruptores.

No piso superior, dois destes micromódulos estão colocados logo na entrada. Um controla a luz da entrada e uma luz que se encontra numa área de lazer no exterior, enquanto o outro controla dois circuitos independentes de luz da sala. À entrada da casa de banho encontra-se outro destes equipamentos a controlar os dois pontos de iluminação deste compartimento. Junto às escadas de acesso á cave está instalado o quarto micromódulo responsável pelos circuitos de iluminação das escadas e de uma zona de arrumação. É na cozinha que estão alojados os restantes três micromódulos deste piso. Um deles estabelece controlo sobre a luz do pátio exterior e o circuito de iluminação dos armários, enquanto os outros dois módulos controlam duas luminárias individuais na cozinha, e uma luz exterior e uma luz na garagem. Tudo isto pode ser consultado detalhadamente no anexo C das plantas *Z-Wave*.

No piso inferior, estão instalados três micromódulos. O primeiro controla a iluminação de cada quarto, o segundo fica responsável pelas luminárias da casa de banho e por último o terceiro micromódulo controla o circuito de iluminação da sala de jogos e o circuito de iluminação do pátio de acesso a área técnica.

Importa referir, mais uma vez, que todos estes micromódulos além de controlarem a iluminação reportam ao controlador as potências e os consumos das cargas a eles associadas.

➤ **Micromódulos de Estores**

Tal como os micromódulos de iluminação, também estes são da marca *Qubino* e são instalados na caixa de interruptor, permitindo assim que o controlo local do estore seja possível caso o utilizador necessite. O micromódulo de estores é alimentado a 230V AC e possui uma saída para a linha de subida do motor de estores e uma saída para a linha de descida.

No piso superior estão instalados quatro equipamentos destes, e cada um controla apenas um estore. Um está situado junto à janela da fachada da frente, outro junto a janela da sala de jantar, o terceiro junto á portada que dá aceso ao pátio exterior e, por último, o quarto junto das janelas na lateral das escadas de acesso à cave.

No piso inferior existem outros quatro módulos instalados, três deles nas janelas dos quartos e um na portada que dá acesso ao pátio exterior e à área técnica.

Estes micromódulos têm também a função de medição de energia e reportam ao controlador o consumo e potência dos motores de estores a eles conectados. São equipamentos construídos para trabalhar com qualquer tipo de motor e passíveis de serem calibrados para “aprender” onde são os fins de curso dos motores.

➤ Módulos de Ar Condicionado

Os módulos de ar condicionado são extensores *Z-Wave* para infravermelhos da *Zipato*. Atingem alcances até oito metros em linha de vista e neste caso são instalados três no piso inferior, anexados a cada um dos quartos e à sala de jogos, e um no piso superior pois devido a estrutura da habitação acaba por ser um compartimento amplo.

Além da função de controlo, este equipamento possui um sensor de temperatura que vai reportar as medições ao controlador.

➤ Medidor Inteligente de Energia

Ambas as soluções integram o uso de seis medidores inteligentes de energia *Qubino* todos instalados no quadro elétrico. Estes medidores têm um design pensado para serem encaixados na perfeição no quadro elétrico como é possível observar na figura 36. A sua fácil instalação e o seu preço estiveram na origem da escolha.

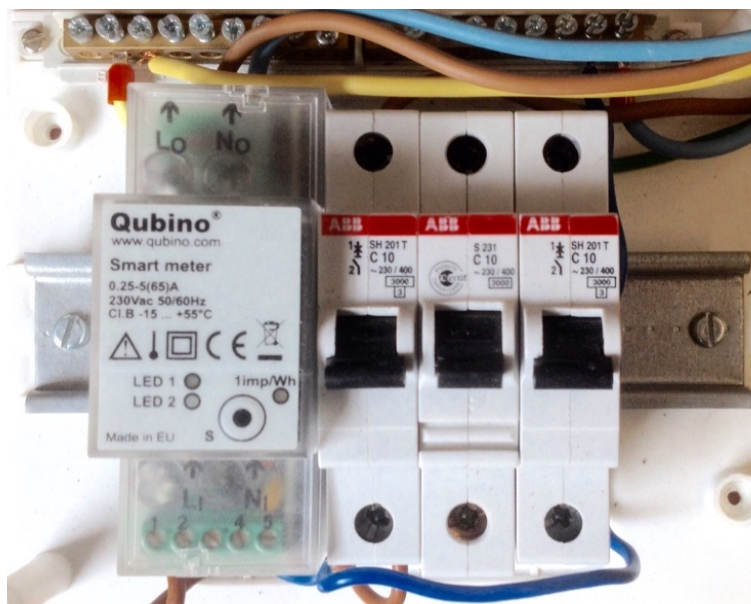


Figura 36 - Instalação de um Medidor Inteligente em Quadro Elétrico

Os equipamentos a serem monitorizados são os que habitualmente consomem mais energia, ou seja, a placa de vitrocerâmica, o forno, o micro-ondas, o frigorífico, a máquina de lavar louça e a máquina de secar roupa.

O esquema de ligação encontra-se descrito na figura 37.

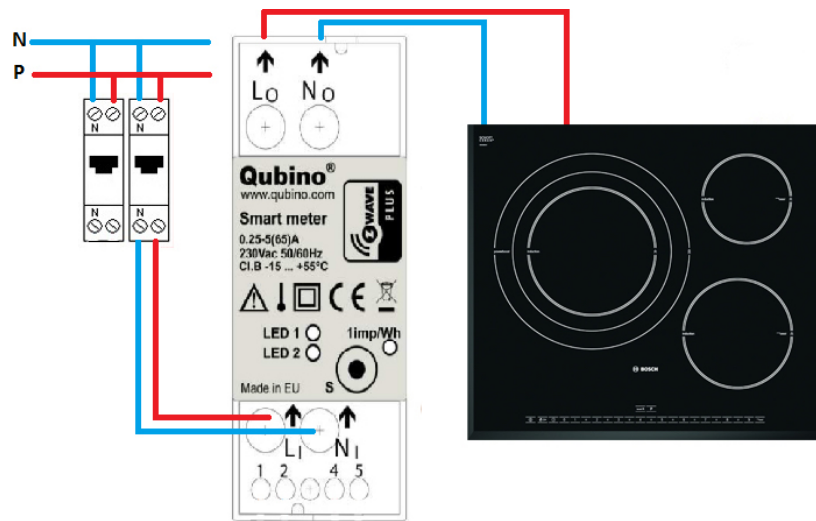


Figura 37 -Esquema de Ligação de um Medidor Inteligente

➤ Sensor de Movimento

Para fazer a deteção de movimento nesta instalação seis sensores de movimento da *Fibaró* foram instalados, três deles no rés do chão e outros três na cave. Os primeiros três estão instalados na cozinha, na sala e na garagem enquanto no piso inferior ficam instalados um em cada quarto e o último na sala de jogos como podemos ver no excerto da planta *Z-Wave* na figura 38.

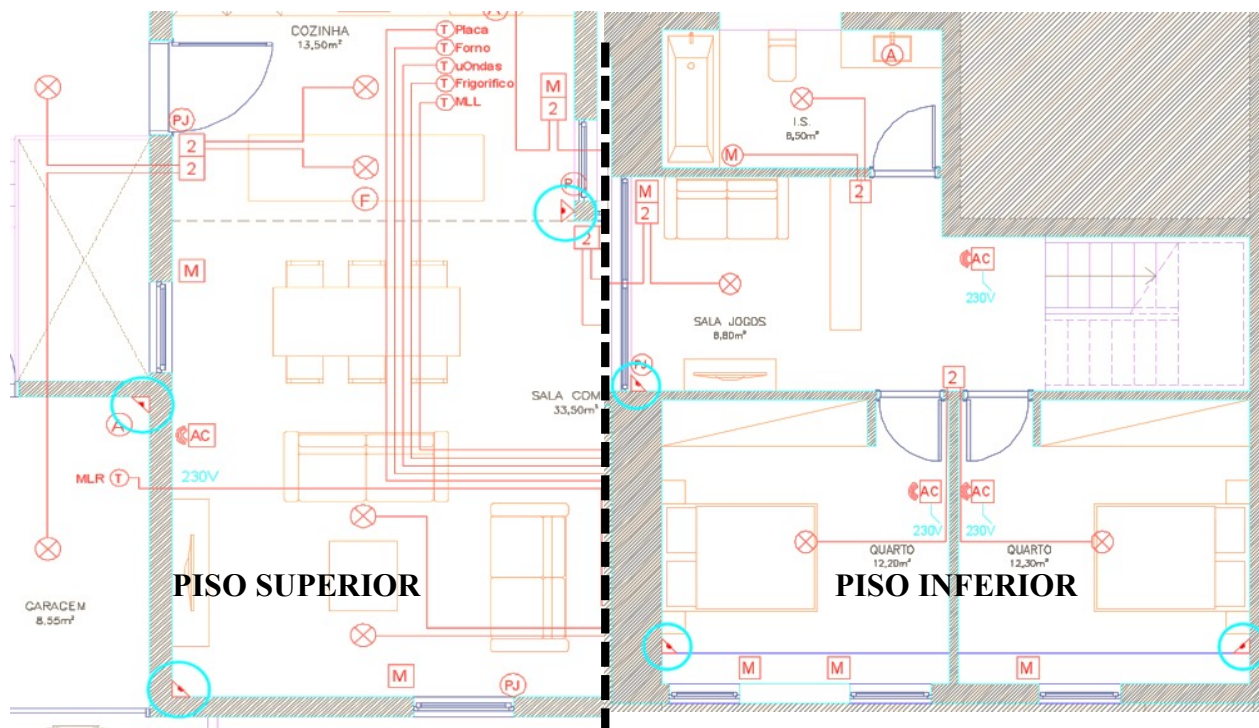


Figura 38 - Localização dos Sensores de Movimento no Piso Superior e Inferior

A grande vantagem na utilização destes sensores de movimento da *Fibaro* é que estes equipamentos fazem adicionalmente a deteção de temperatura e luminosidade, o que oferece ao cliente mais um recurso para a criação de cenários autónomos para controlo e automação.

➤ Sensor de Fumo

A deteção de fumo ficará entregue a um sensor de fumo ótico *Fibaro* devido a este ser o sensor de fumo mais comercializado pela empresa e tendo em conta o seu tamanho, tem um impacto visual reduzido. Este dispositivo, faz a deteção de fumo e sinaliza através da sirene incorporada e um led a intermitente. Foram colocados dois sensores de fumo na moradia, um por cada piso para uma deteção fácil e eficaz (figura 39).

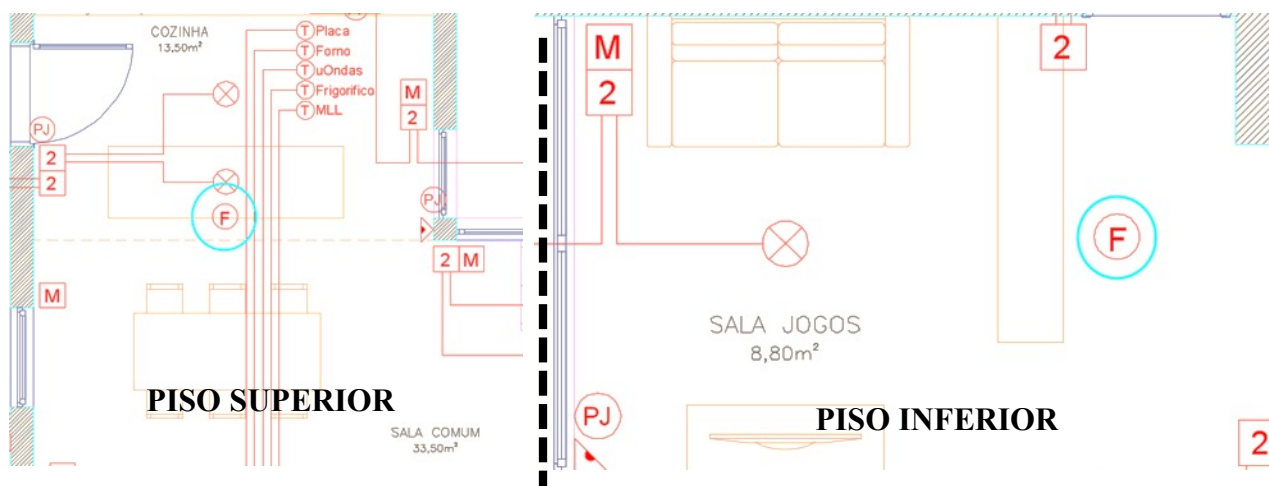


Figura 39 - Localização dos Sensores de Fumo

➤ Sensor de Inundação

À semelhança dos sensores de fumo, e pelas mesmas razões, os sensores de inundação instalados serão da marca *Fibaro*. Estes equipamentos podem trabalhar mesmo em superfícies irregulares graças às suas sondas em ouro flexíveis e telescópicas. Possuem uma sirene interna que soa um alarme em caso de uma inundação, mudança rápida de temperatura ou a tentativa de alteração do sensor. A nossa instalação possui 5 sensores destes, 3 no andar superior, mais especificamente na cozinha, na casa de banho e na garagem junto à máquina de lavar roupa. Na cave estão mais 2 equipamentos destes, um na casa de banho e outro na área técnica. Todas as localizações podem ser consultadas na planta *Z-Wave* no anexo C.

➤ Sensor Porta/Janela

A instalação de sensores magnéticos porta/janela é importante quando existem acessos fáceis para intrusão na residência. Nesta instalação serão instalados seis sensores FGK-101 da marca *Fibaro*, pois para além de serem o equipamento deste género mais vendido pela CentralCasa, possuem um preço razoável ao serem comercializados num *pack*.

No piso principal ficam cinco sensores, instalados na porta principal, na janela da fachada principal, no portão da garagem, na porta de acesso à cozinha e na portada de acesso ao pátio exterior. Na cave é instalado apenas um sensor na porta de acesso ao pátio e área técnica.

Estes sensores são instalados facilmente, uma parte é montada na parte móvel da porta/janela que se pretende proteger e outra parte é montada na ombreira/moldura. Caso exista ativação, o equipamento comunica o seu estado ao controlador e pode desencadear alarmes, e notificar o utilizador de uma intrusão quando este se encontra fora de casa.

➤ Câmaras IP

Um dos objetivos desta dissertação passa, não só, por criar uma solução de automação doméstica utilizando o protocolo *Z-Wave*, mas também, por integrar uma solução de vigilância.

Posteriormente será explicado o método de integração das câmaras IP com o controlador *Z-Wave*. De momento importa referir que esta moradia contará com três câmaras IP exteriores.

No caso da primeira solução as câmaras exteriores são “*VistaCam 1100*” e a câmara interior “*VistaCam 700*” pelo facto de serem as únicas compatíveis com o serviço de vigilância que o controlador *VeraEdge* proporciona.

Na segunda solução são utilizadas 4 câmaras IP diferentes. Tanto as câmaras de interior como exterior são o modelo *bullet* da *Hikvision*, pelo simples facto de que o cliente conheceu estes equipamentos numa visita as instalações da empresa e queria perceber se poderia utilizar estes equipamentos numa solução de automação e vigilância.

Como apresentado na figura 40, duas câmaras exteriores ficam instaladas na fachada principal para um controlo dos dois acessos à estrada enquanto a terceira fica a supervisionar o acesso à cozinha. Os equipamentos exteriores possuem índice de proteção 66, oferecem vídeo de alta definição (720p). No caso da primeira solução, o adaptador *Power Over Ethernet* (POE) fornecido com as câmaras oferece uma solução de transmissão de energia elétrica e dados

pelo mesmo cabo, já na segunda solução as câmaras recebem alimentação a 12V DC e a comunicação é feita por cabo *ethernet RJ-45*.

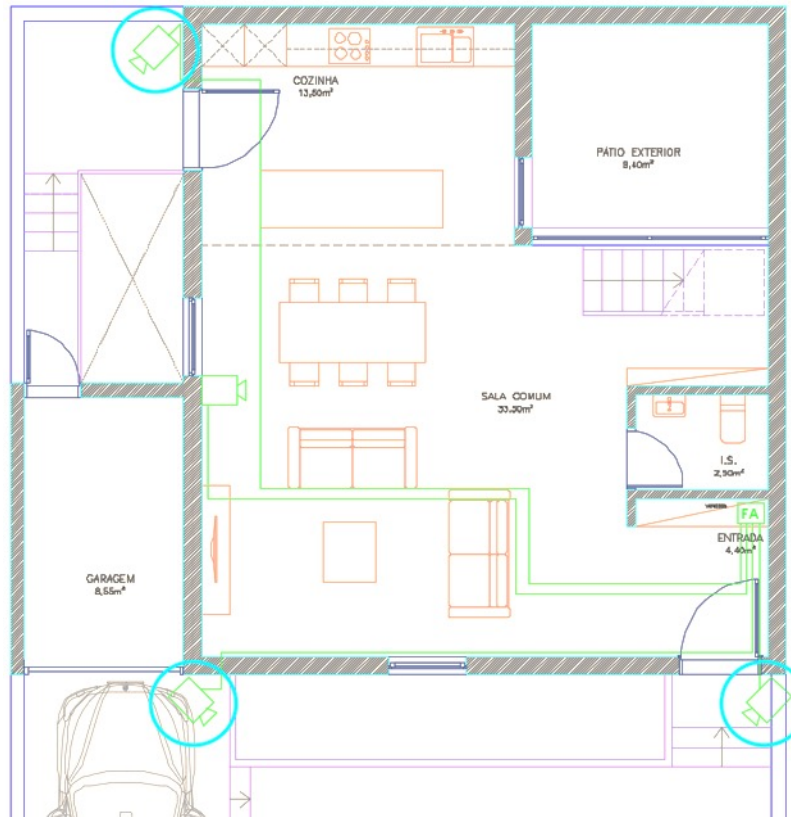


Figura 40 - Localização das Câmaras IP Exteriores

Para vigilância do interior da habitação existe uma câmara IP na sala. Como todo o piso superior perfaz de certo modo um compartimento apenas é o suficiente para monitorizar alguma situação de intrusão. A câmara de interior será uma alimentada a 12V DC, que possui uma imagem de alta definição de 720p, deteção de movimento e iluminação infravermelha para visão noturna. Tal como as câmaras exteriores a integração será explicada no próximo subcapítulo para cada uma das soluções.

4.3. SOLUÇÃO A (CONTROLADOR Z-WAVE NATIVO)

4.3.1. CONFIGURAÇÃO

Depois de definido quais os equipamentos instalados e quais os locais onde estão aplicados é necessário proceder a toda a configuração para que o utilizador possa fazer uso das potencialidades da domótica.

Inicialmente é necessário alimentar e conectar o controlador à rede Internet. Isto permitiu que, através da plataforma “home.getvera.com”, fosse possível criar uma conta de utilizador que permite aceder ao controlador de qualquer local onde se encontre. O cliente pode depois da instalação alterar as credenciais de acesso.

Depois da conta ter sido criada, é necessário adicionar o controlador *VeraEdge* à conta, seguindo os passos de um processo bastante intuitivo e bem descrito como podemos ver na figura 41.

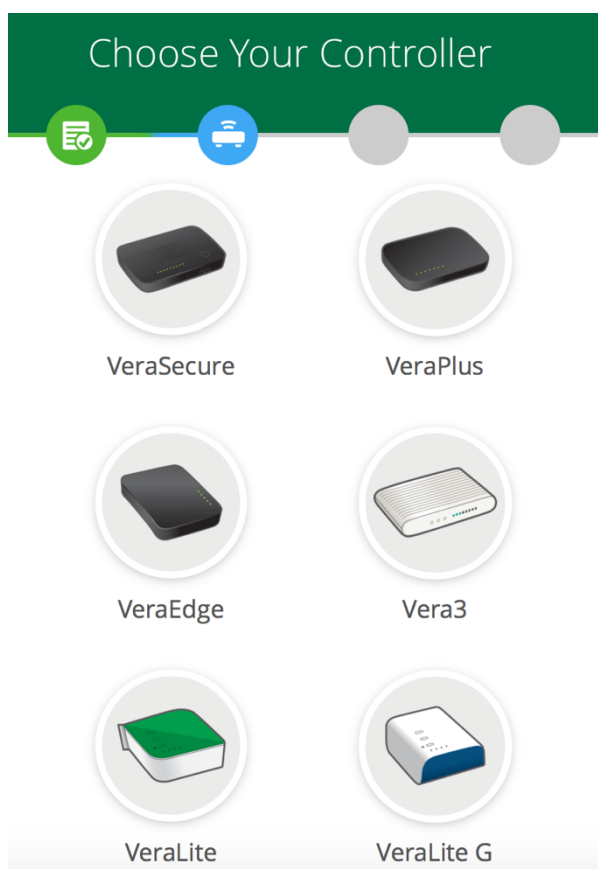


Figura 41- Processo para Adicionar o Controlador à Conta Vera

Depois de escolher o modelo de controlador, é iniciada uma pesquisa dentro da rede e uma vez encontrado o controlador é iniciado automaticamente o processo de inclusão do controlador na conta.

4.3.1.1. Adição de Equipamentos à Rede *Z-Wave*

Uma vez adicionado o controlador á conta do cliente é necessário entrar no controlador para começar a adicionar e configurar os equipamentos que receberão os comandos e desencadearão a ação. Depois de fazer login na área pessoal, encontram-se listados, tal como na figura 42, todos os controladores associados à sua conta e poderá conectar-se ao que pretender.

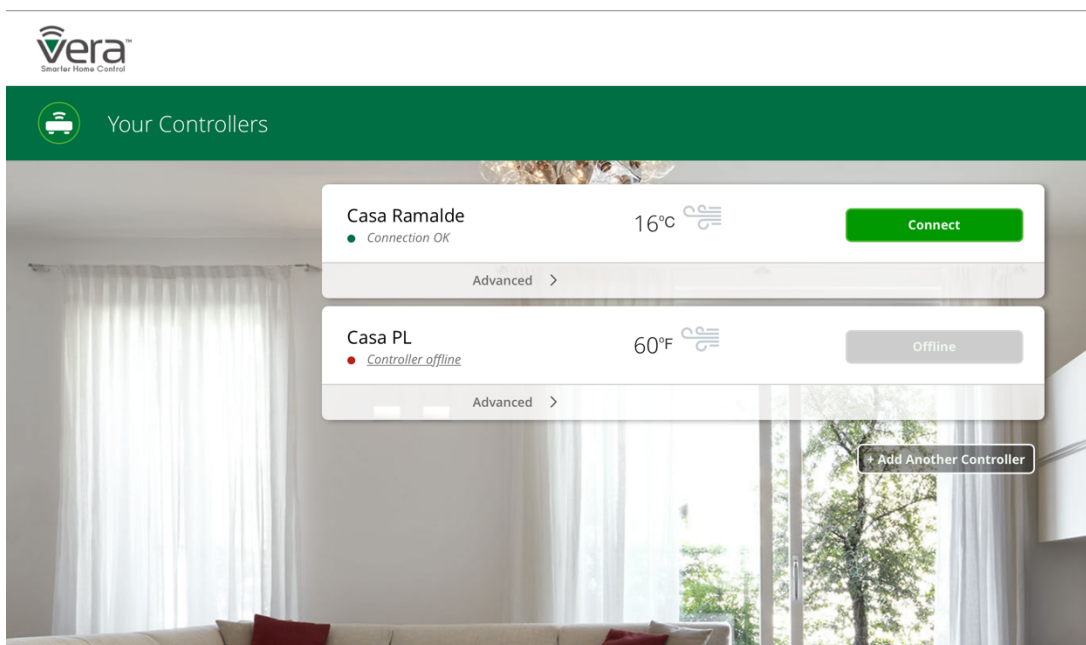


Figura 42 - Lista de Controladores Associados à Conta do Utilizador

Depois de entrar no controlador o iniciou-se o processo de adição dos equipamentos para construir, módulo a módulo, a sua rede *Z-Wave*. O processo para emparelhamento de equipamentos com o controlador é em tudo semelhante para todos eles, existindo apenas diferença no método de ativar o módulo para que este seja reconhecido pelo controlador.

Sendo assim, tudo começou com a colocação do controlador em modo de emparelhamento, neste caso, através do acesso a “add devices” e em seguida escolhendo o tipo de dispositivo a adicionar (figura 43).

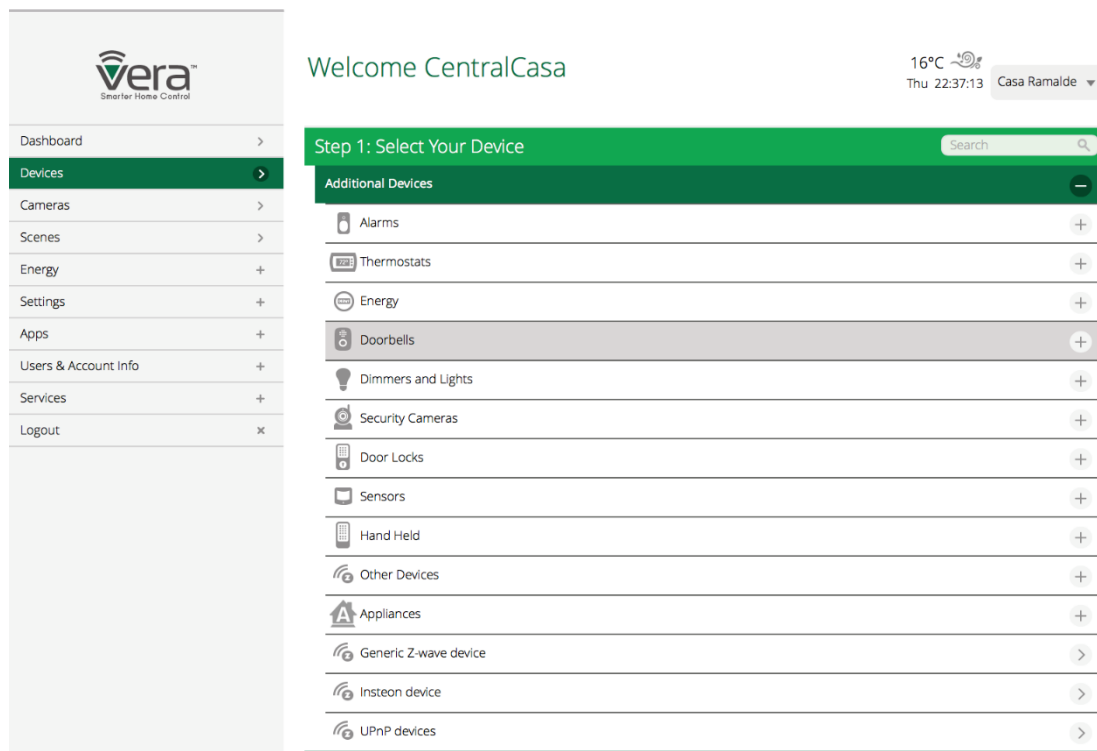


Figura 43 - Lista de Dispositivos Z-Wave para Adicionar

Normalmente é aconselhada a opção “*Generic Z-Wave Device*”, isto porque deste modo cabe ao dispositivo “entregar” ao controlador a informação do que faz e pode ser configurado nele, o que na gíria é designado de “*template*”. Isto permite que o equipamento se emparelhe na rede *Z-Wave* mais facilmente.

Posteriormente à escolha, o controlador entra em modo de emparelhamento (figura 44) e fica à espera de receber um sinal do dispositivo a ser adicionado. É aqui que o processo varia de dispositivo para dispositivo. Habitualmente todos os dispositivos possuem um botão de aprendizagem que tem de ser pressionado, uma ou então várias vezes até o controlador o adicionar à sua rede *Z-Wave*.

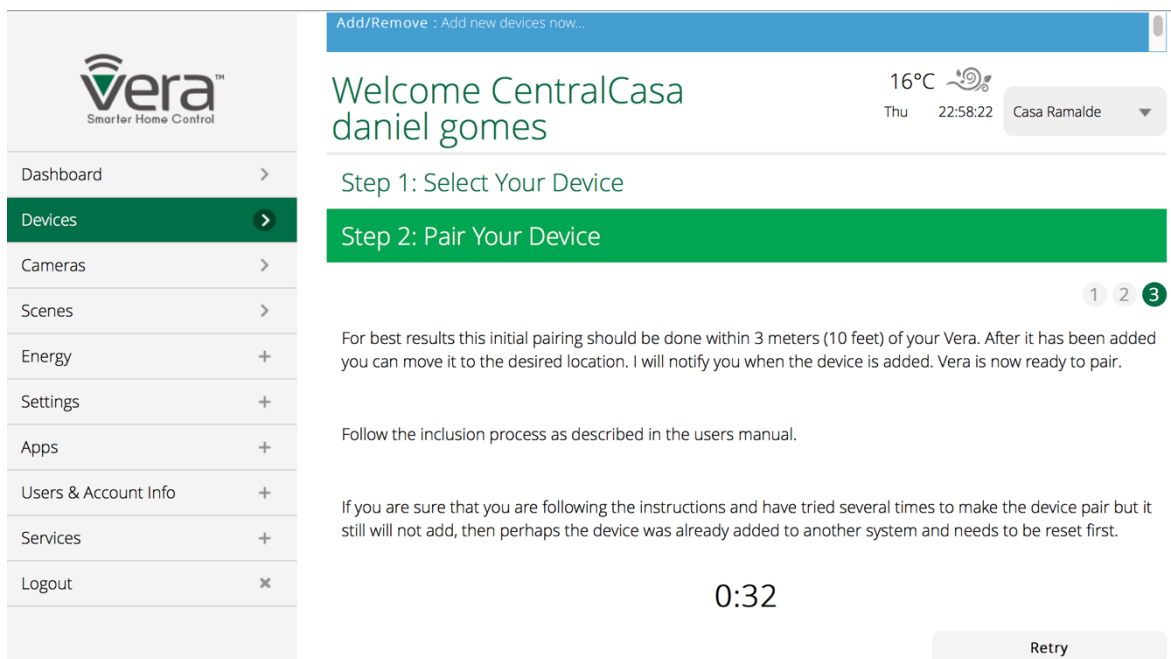


Figura 44 - Controlador em Modo de Emparelhamento

Assim que o controlador encontra o equipamento, inicia o processo para receber deste todos os parâmetros configuráveis e quando este processo terminou foi necessário alterar o nome, e atribuir um grupo, para uma identificação mais fácil no painel dos dispositivos.

A integração de câmaras IP em controladores *Z-Wave* não é tão linear. Os controladores acedem, com credenciais autorizadas, aos *streams* que estas camaras dispõem na rede e reproduzem os na interface a que utilizador tem acesso para controlar todos os outros dispositivos.

Acedendo a “add devices” é possível encontrar na lista de dispositivos os modelos das câmaras desta solução. Depois de ser escolhido o modelo, o controlador procura automaticamente o IP da câmara em questão na rede, como podemos verificar pela figura 45. Se o controlador for bem-sucedido, só é necessário colocar as credenciais de acesso à câmara, se não, é necessário que, manualmente se coloque o IP e as credenciais para que seja possível aceder ao *stream* e o reproduzir na interface Vera.

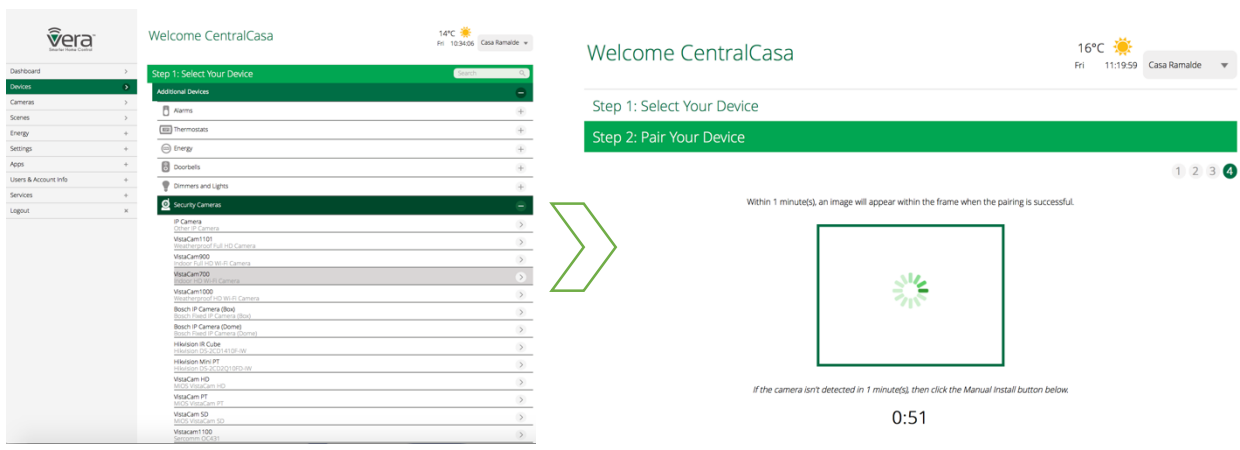


Figura 45 - Processo de Inclusão de Câmara IP no VeraEdge

No caso desta instalação não foi necessário, mas se tiver de se realizar o processo manual para inclusão do IP e das credenciais de acesso existe a possibilidade de realizar um teste para perceber se o controlador conseguiu ou não aceder ao *stream*. Toda a interface para configuração manual está representado de seguida na figura 46.

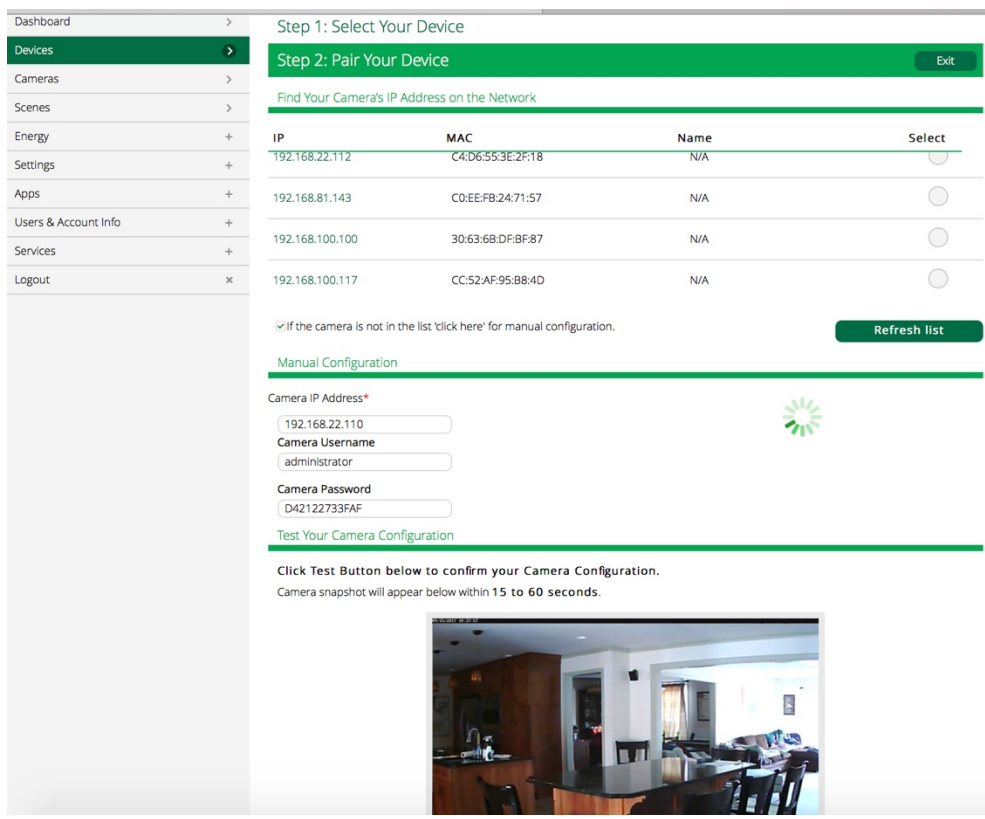


Figura 46 - Configuração Manual para Câmara IP no VeraEdge

4.3.1.2. Interface

Os controladores desta marca presenteiam os utilizadores com uma interface bastante simplista, mas que é tão capaz como qualquer outra. Na verdade, a simplicidade até bonifica a marca, que torna a automação residencial ainda mais “*user friendly*”.

O menu principal (figura 47) encontra-se bem visível do lado esquerdo da interface, e permite saltar entre o painel de favoritos, o painel de dispositivos, o painel das câmaras, os cenários, e algumas definições e configurações do controlador e usuário. No painel de favoritos, ou “*dashboard*”, é possível criar atalhos para os dispositivos mais utilizados, para cenários e até para câmaras, tudo isto com associado à possibilidade de criar grupos, ou divisões para que os dispositivos possam ficar agrupados por secção de casa por exemplo.

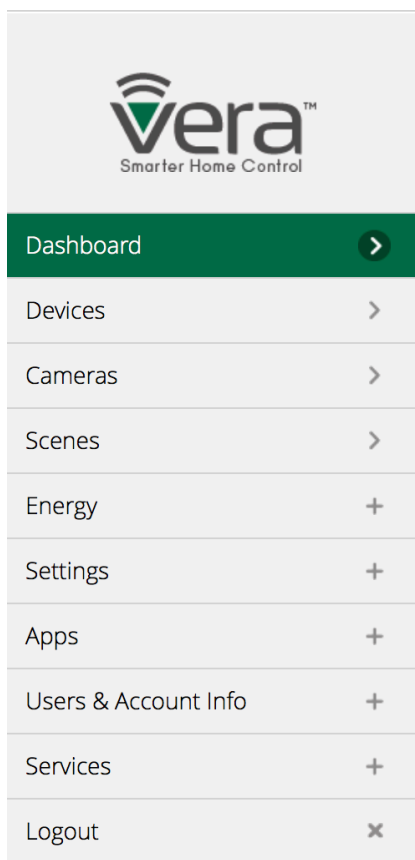


Figura 47 - Menu Interface VeraEdge

No painel dos dispositivos é possível visualizar, por divisão, piso ou outro tipo de grupo, todos os dispositivos bem como o seu estado. É também aqui que, tal como no “*dashboard*”, o utilizador pode controlar a casa, ou seja, ligar e desligar luzes, subir e descer estores, definir temperaturas, armar sensores e recolher toda a informação que os equipamentos possam fornecer. Um exemplo, é a figura 48, onde se encontram alguns dos equipamentos presentes na cave da moradia em estudo.

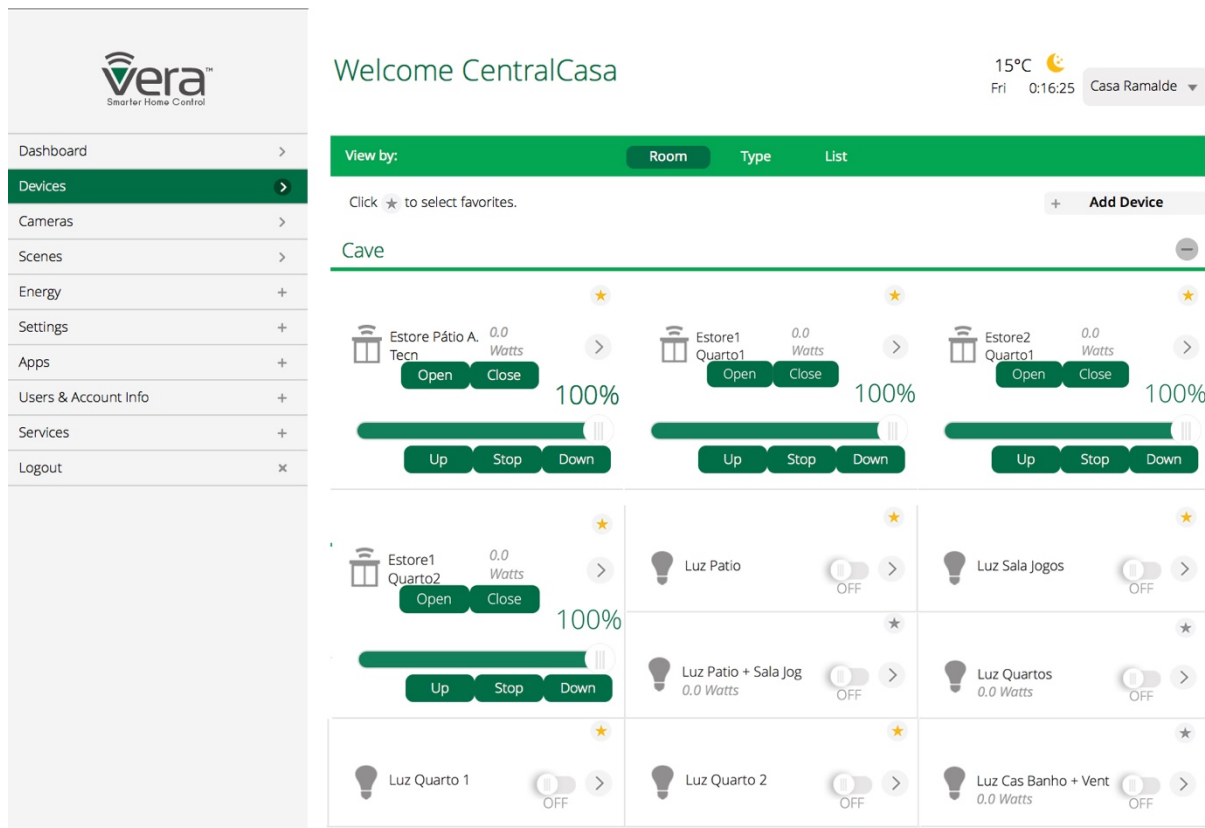


Figura 48 - Painel de Dispositivos do VeraEdge

Acedendo a cada um dos dispositivos nesta interface é possível realizar as configurações necessárias e alterar definições nos equipamentos. Quase todos os dispositivos *Z-Wave* possuem parâmetros especiais para realizar configurações, e fazendo alterações nos valores desses parâmetros é possível alterar, por exemplo, o estado de normalmente aberto ou normalmente fechado de um relé, o tipo de interruptor conectado a um modulo, ou até forçar os micromódulos de estores instalados a uma calibração para que a função de abertura percentual funcione corretamente. Na figura 49 podemos visualizar a configuração do parâmetro 78 de um micromódulo de estores *Qubino*.

O critério 78 tem o tamanho de 1 *byte* decimal, e quando colocado a 1 obriga o motor de estore a realizar um movimento ascendente e descendente, para que o micromódulo e o controlador percebam onde são o fim de curso do motor. Caso não existam fins de curso é possível calibrar consoante o tempo que o estore leva a abrir e fechar totalmente.

The screenshot shows the Vera Smart Home Control web interface. On the left is a navigation menu with options like Dashboard, Devices, Cameras, Scenes, Energy, Settings, Apps, Users & Account Info, Services, and Logout. The main content area is titled 'Welcome CentralCasa' and shows a temperature of 20°C. Below this is a 'Device Options' section with a table for 'Configuration settings'. The table has columns for Variable, Data Size, Desired Value, and Current Value. The first row shows Variable '78', Data Size '1 byte dec', and Desired Value '1'. There are buttons for 'Update Neighbor Nodes', 'Add configuration settings', and 'Save Changes'. A warning message states: 'Warning: Altering or deleting the configuration settings can make your device unresponsive. Please modify them if you know what you are doing or consult the device manual before doing it.' A note below says: 'Note: To modify the default values for Variable and Desired Value fields change the value in the input box and click Save Changes below. You can't rename or delete variables that are provided by device.'

Figura 49 - Configuração do Parâmetro que Obriga o Micromódulo de Estores a Uma Calibração

Este é apenas um exemplo de um parâmetro que foi configurado para este dispositivo. Como referido anteriormente cada dispositivo possui vários e podem ser alterados a qualquer momento. Ao adicionar um parâmetro, tem de se escolher o tamanho dos dados. Entre um, dois ou quatro bytes e hexadecimal ou decimal, existem seis opções para escolher.

A primeira coisa a saber é, a menos que exista indicação em contrário, todos os parâmetros são de 1 byte, no entanto, existem alguns dispositivos que exigem outros tamanhos de dados. Por esse motivo, é extremamente importante ler atentamente o manual dos seus dispositivos antes de fazer qualquer alteração.

Quanto à vigilância, a *Vera* dispõe de uma opção muito interessante para gerir os vídeos e gravações de segurança. O “*VeraSentinel Intelligent Camera Management*” é um serviço pago que, mediante o pagamento de aproximadamente 4€ a 9€ (dependendo do espaço pretendido na cloud) por mês, permite gravar facilmente vídeos das câmaras instaladas, visualizá-los e gravá-los

na *cloud*. Além disto é possível configurar zonas de detecção (*hot zones*) para focar as áreas da casa que desencadeiam automaticamente gravações.

No painel das câmaras (figura 50) é possível visualizar facilmente as que estão associadas ao controlador bem como os sensores de movimento, isto porque no caso da nossa solução, as câmaras têm sensor de movimento associado.

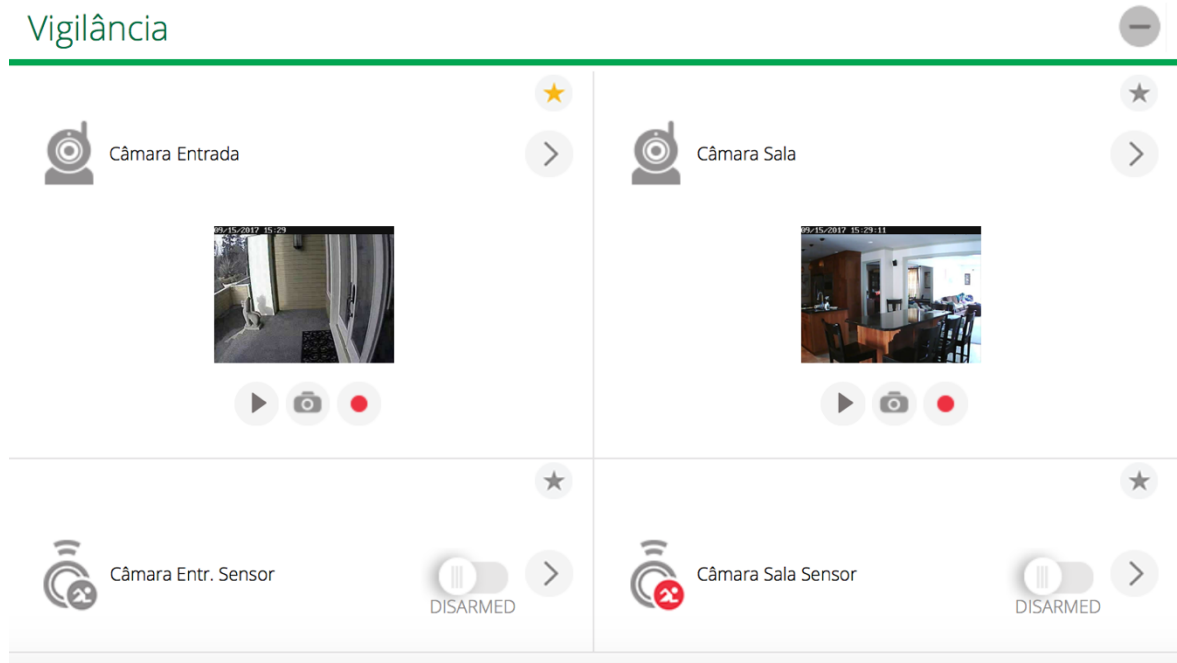


Figura 50 - Interface VeraEdge com Duas Câmaras Instaladas

Acedendo a uma câmara especificamente, e tendo em conta que nesta instalação o serviço *VeraSentinel* está ativo, foi possível configurar alguns aspetos, visualizar o *stream* em direto e até consultar gravações antigas gravadas em *cloud*.

Na figura 51 está representado o aspeto do *stream* em direto, enquanto na figura 52 é possível visualizar o menu com as configurações que podem ser realizadas.

Dentro das configurações é possível alterar o nome da câmara e o grupo, definidos aquando a integração, mas para além disso é aqui que se configuram as *hot zones*, a sensibilidade do sensor de movimento e as gravações automáticas.

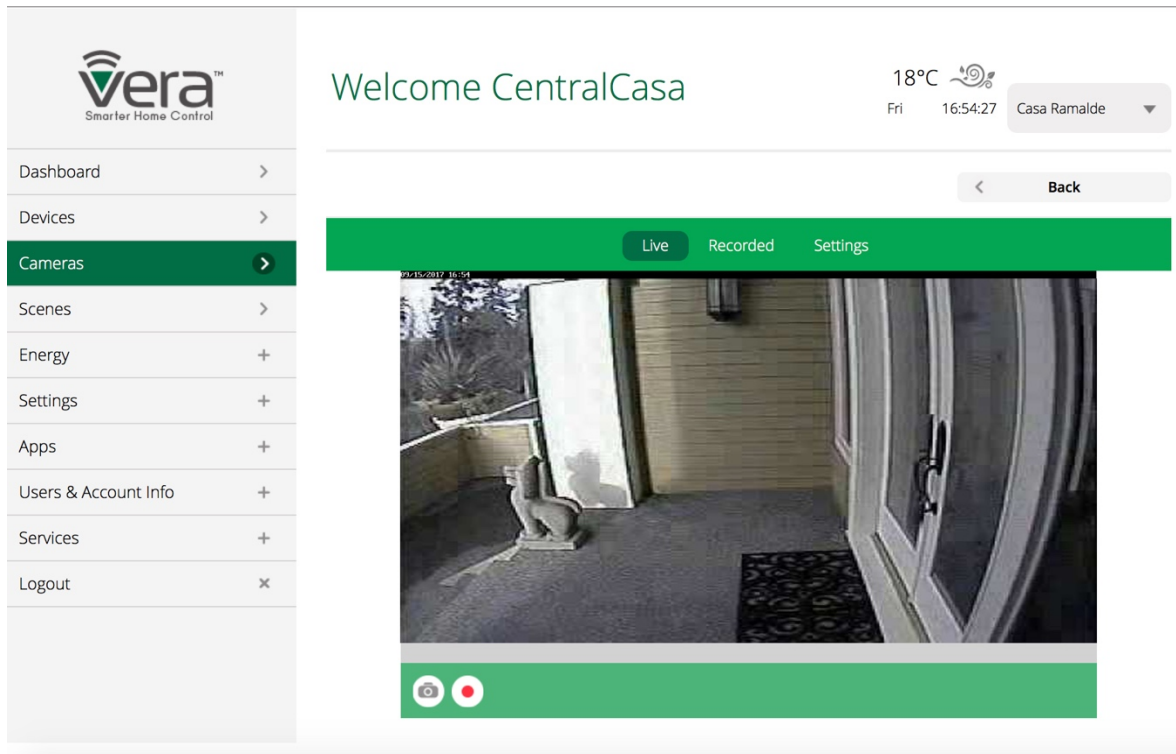


Figura 51 - Interface com Stream em Direto

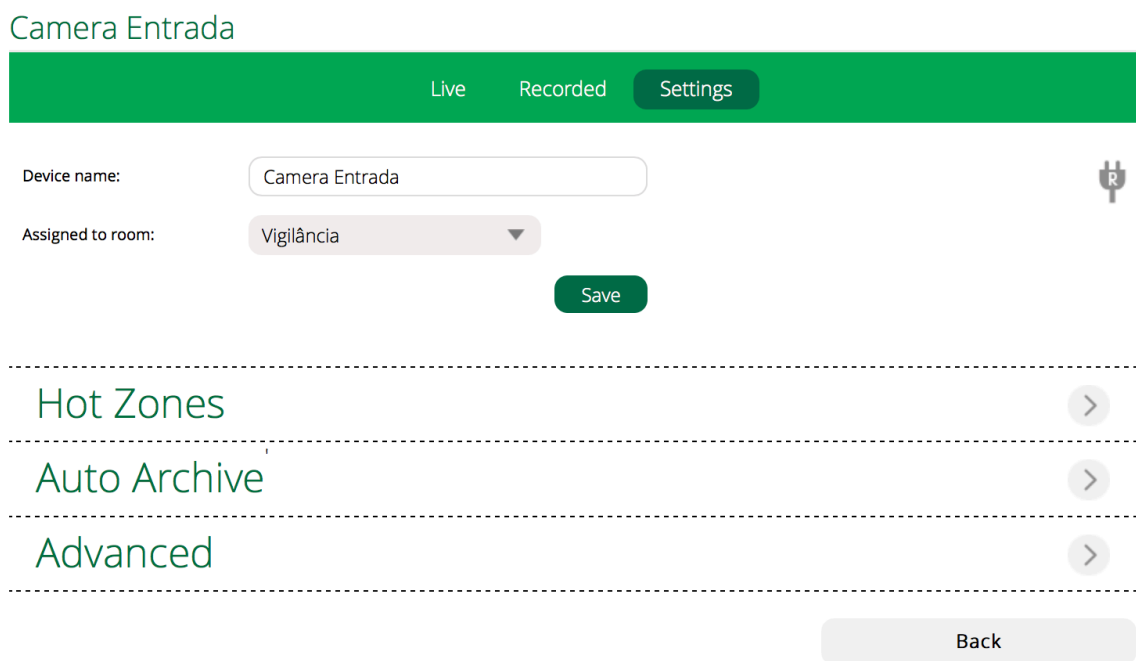


Figura 52 - Menu de Configurações de Câmara IP no VeraEdge

As *hot zones* são, nada mais nada menos, que um modo fiável para o realizar deteção de movimento numa zona precisa da imagem. É possibilitada a opção de o utilizador definir o tamanho da zona, e a sensibilidade do detetor, depois o *software* irá desencadear uma gravação quando deteta o movimento nesta zona e o sensor de movimento está armado. Existe um limite de 3 *hot zones* por câmara sendo que na figura 53 é apresentado o processo de configuração realizado para instaurar uma destas zonas na câmara de vigilância instalada sobre a porta principal.

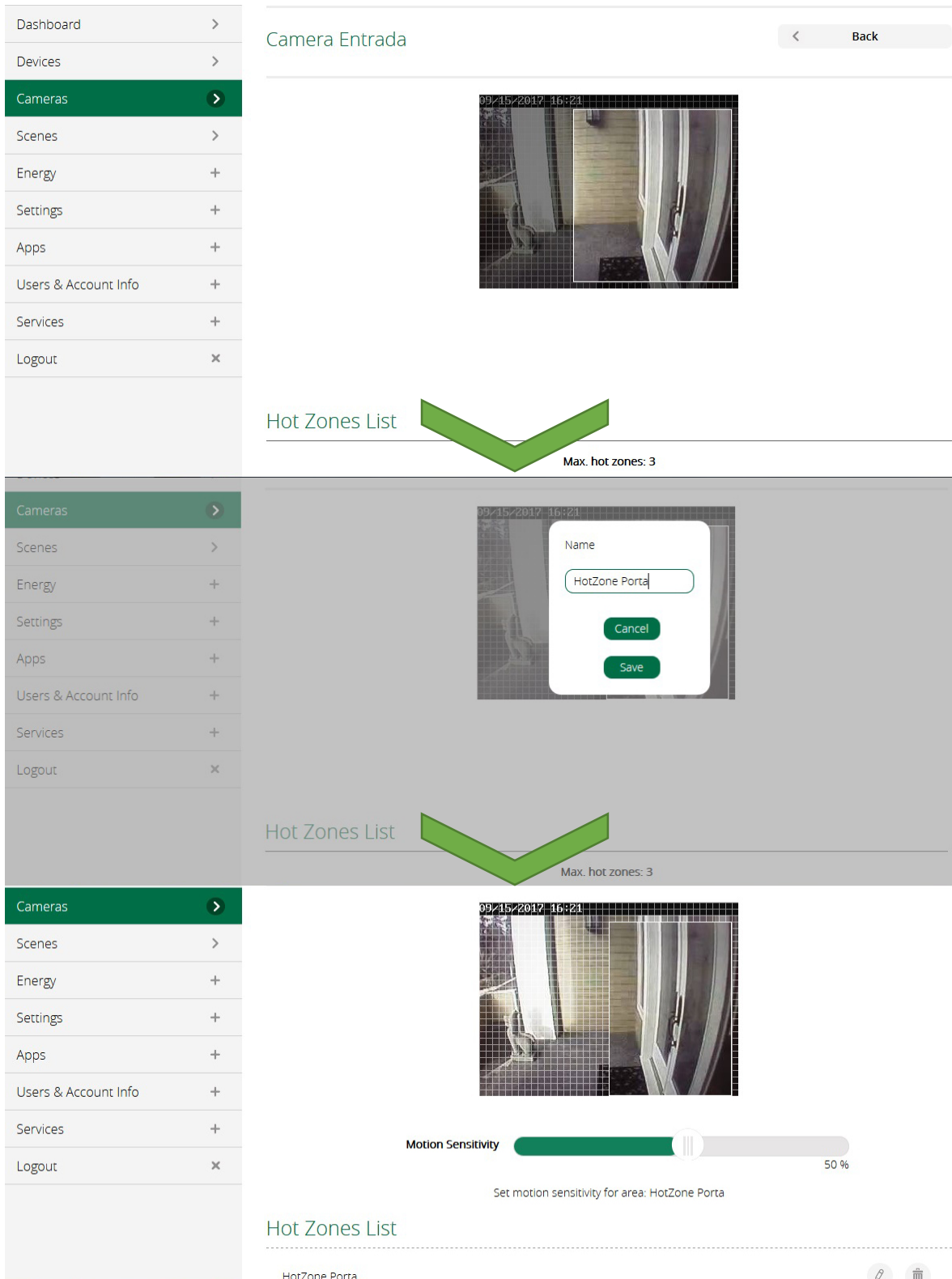


Figura 53 - Configuração de Hot Zones para Câmera IP no VeraEdge

Em “*auto archive*” é permitido definir uma temporização por minuto, hora ou dia, para que a câmara tire uma foto e grave automaticamente na *cloud* por um número específico de dias. Na figura 54 é possível visualizar as configurações em questão. No caso desta instalação não foi configurada esta opção porque irão ser criados mais tarde cenários para gravação quando existir deteção de movimento.

Auto Archive

Live Recorded Settings

Auto Archive

Take a picture from the camera every minutes ...

... and keep them for days.

Note: Setting the value 0 into both the inputs above will disable the feature.

Cancel Save

Figura 54 - Menu de Gravação Automática de Câmara IP

Caso haja necessidade de realizar alterações ao endereço da câmara na rede ou até mesmo às credenciais de acesso basta aceder às configurações avançadas e realizar as alterações necessárias (figura 55).

Advanced

Live Recorded Settings

Network

IP address:

MAC address:

Credentials

Username:

Password:

Show Password

New Camera Credentials

New Username:

New Password:

Show Password

It is recommended to change the cameras default credentials as a safety measure. This can be done by filling the Username and Password fields above if the camera still has the default credentials active. If the change fails then you should reset the camera by following the instructions in its manual and try again.

Figura 55 - Configurações Avançadas Câmara IP

4.3.1.3. Criação de Cenários

Um cenário permite o controlo de vários dispositivos da rede de automação residencial com um único comando. É um conceito bastante interessante e acima de tudo facilitador do dia a dia. Um cenário pode ser ativado manualmente pelo utilizador ou por um sensor ou outro dispositivo da rede.

Por exemplo, ativar automaticamente várias luzes (em diferentes níveis de brilho), bem como um equipamento, quando é detetado movimento e, depois de um período de tempo definido, desligar as luzes, é um cenário muito utilizado em automação doméstica.

Esta instalação conta com uma série de equipamentos que podem fazer de gatilho para um cenário. Os sensores de movimento podem desencadear cenários como o referido em cima, sensores de porta/janela podem dar ordem para acender uma luz (em determinado período do dia) para que o utilizador não precise de andar a procura do interruptor às escuras. O sensor de luminosidade pode enviar pode estar associado a um cenário de acender e apagar as luzes consoante o numero de luxes dentro de um compartimento, os sensores de temperatura podem “comandar” a climatização e até os sensores de movimento das câmaras servem para comandar cenários de gravação automática por exemplo.

Além disto os cenários podem ser desencadeados por calendarizações, horárias, diárias, semanais, mensais ou até sou uma vez numa data especifica.

Habitualmente, terminada a instalação, a CentralCasa demonstra ao cliente como configurar cenários e, salvo raras exceções, é o cliente que cria os cenários de automação para a sua habitação. Nesta instalação foram desenvolvidos, para explicação, alguns cenários para o cliente, que serão aqui expostos, de modo a servir de exemplo. Em primeiro lugar é necessário aceder ao painel de cenários no menu principal da interface, e depois adicionar um cenário como mostra a figura 56.

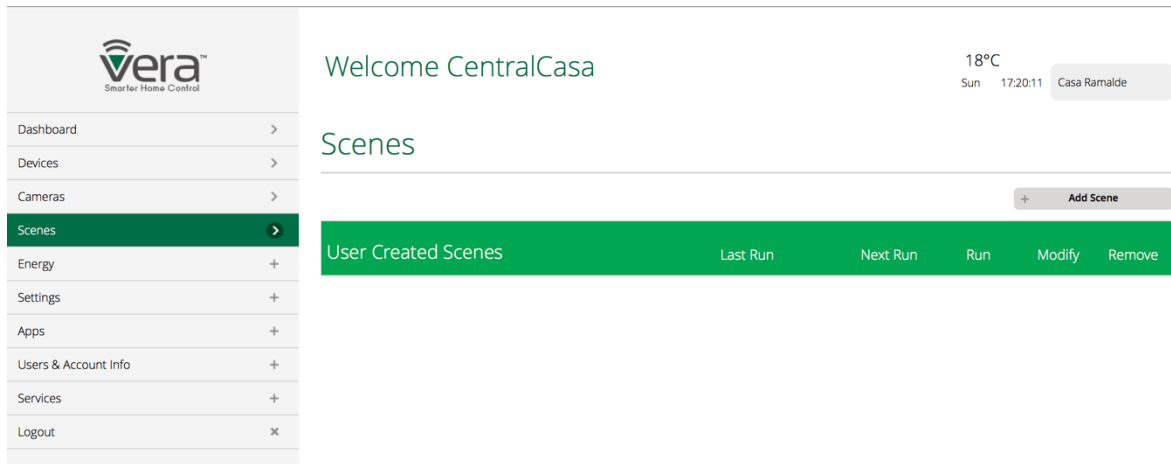


Figura 56 - Painel de Cenários no VeraEdge

Os cenários associados a este controlador podem ser desencadeados, como já foi referido, por um sensor, por uma calendarização ou então manualmente, e o utilizado no momento em que cria o cenário pode escolher a opção. Na figura 57 foi escolhida a opção calendarização para realizar um fecho diário de todos os estores as 21 horas.

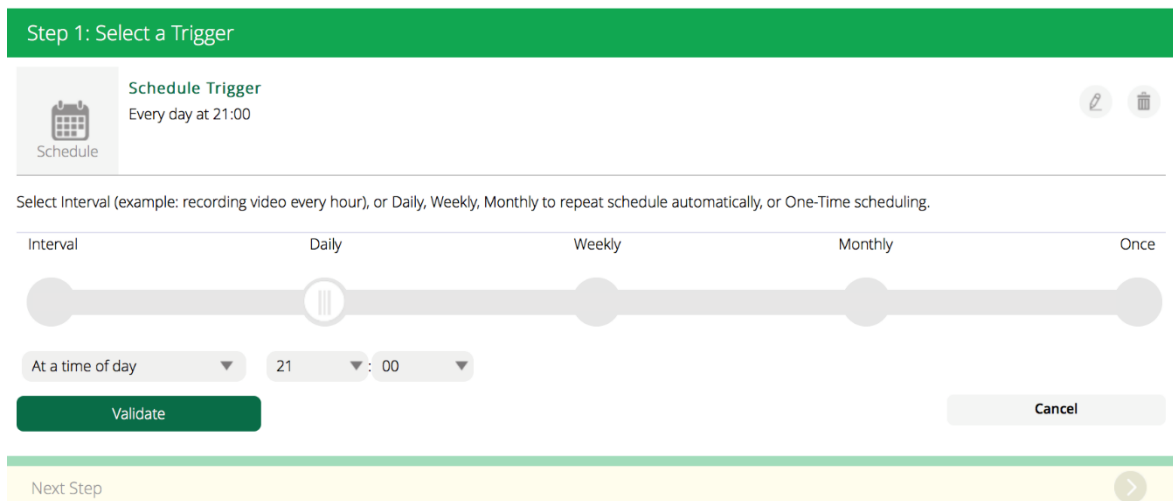


Figura 57 - Criação da Calendarização de um Cenário

De seguida é necessário escolher a ação, ou seja, o que vai acontecer todos os dias às 21 horas como definido anteriormente. Neste caso, foram selecionados todos os estores da habitação e colocados a 0% tal como está exemplificado com o estore de um dos quartos na figura 58.

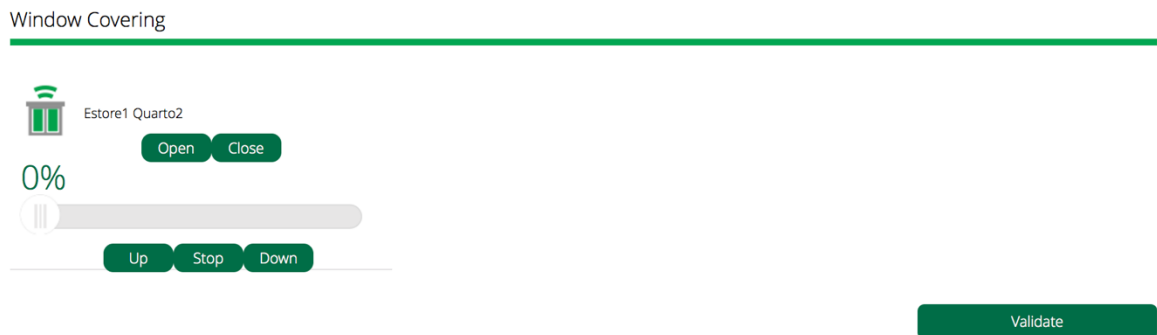


Figura 58 - Definição da Percentagem de Abertura do Estore no Cenário

O último passo para a criação deste cenário foi definir se este cenário deve notificar algum utilizador quando correr, e se o utilizador quer acrescentar algum tipo de cenário baseado em *Luup* (figura 59). Depois de fazer a seleção do grupo onde o cenário fica alocado, e dar nome ao cenário este fica pronto a correr automaticamente todos os dias.

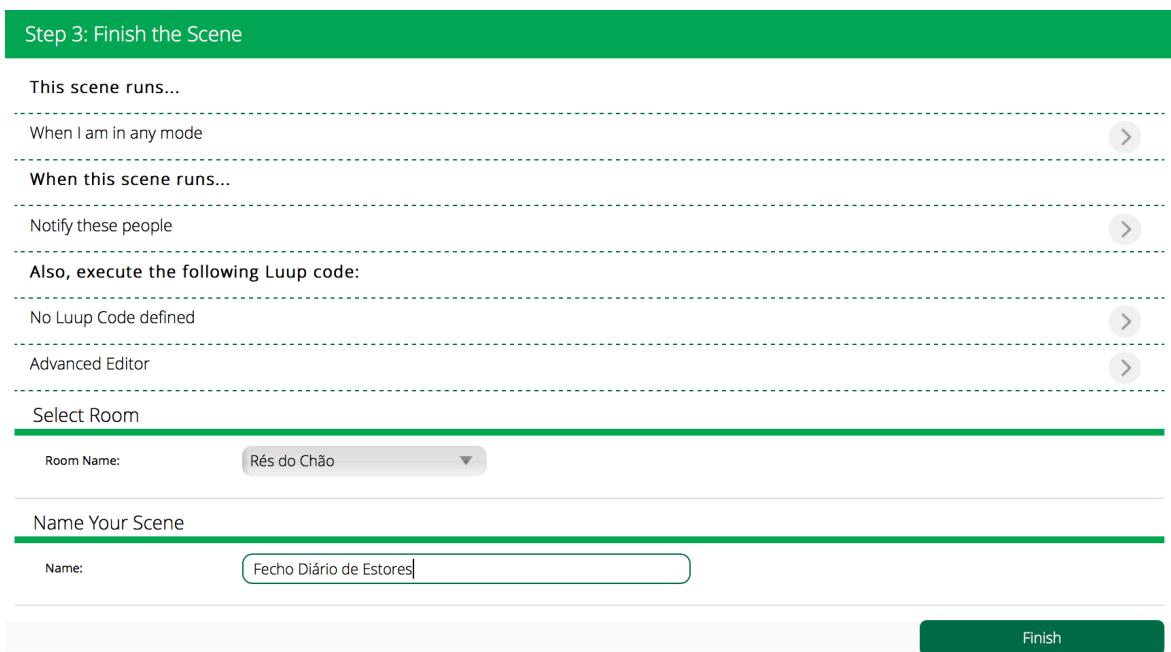


Figura 59 - Último Passo para Criação de Um Cenário no VeraEdge

Se for necessário utilizar um sensor ou algum dispositivo como gatilho para um cenário, a criação deste não é muito diferente. Primeiramente foi necessário escolher qual o sensor e qual a informação do sensor é usada para desencadear a ação. Na figura 60 está escolhido o sensor de movimento da câmara de entrada, e o cenário consiste numa deteção de movimento que desencadeará uma gravação de segurança.

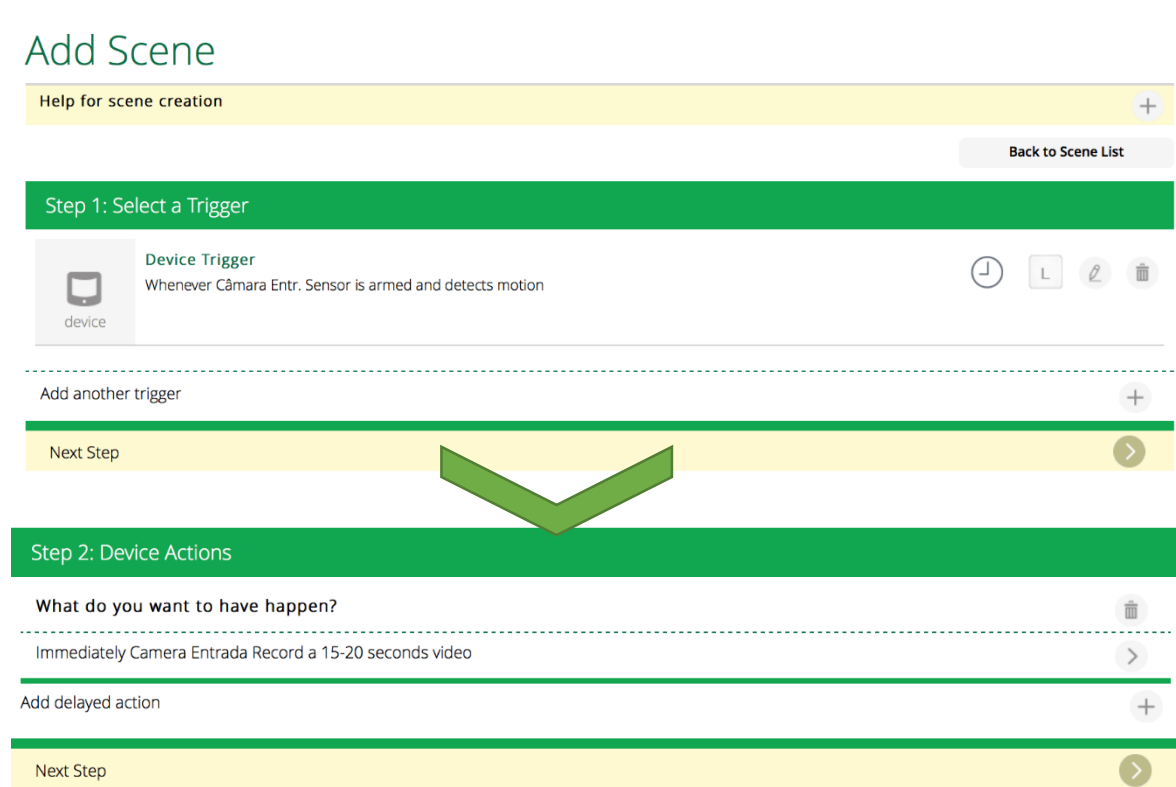


Figura 60 - Criação do Cenário de Gravação de Segurança

Em complemento a este cenário, poderá ser criado mais tarde pelo utilizador, um para que todos os dias entre as vinte e três e as sete horas os sensores das câmaras exteriores se armem automaticamente, ou então um cenário baseado em *geofence* para que quando os utilizadores se afastem de casa com os seus *smartphones* os sensores das câmaras de vigilância se armem e gravem automaticamente caso detetem movimento.

A criação de cenários no *VeraEdge* é muito simples, e acima de tudo muito intuitiva. É possível criar uma panóplia muito grande de cenários que farão a habitação funcionar praticamente em piloto-automático. O utilizador é claramente

a peça chave, quem cria os cenários de acordo com as necessidades e quem pode editar e apagar os mesmos caso deixem de fazer sentido.

Automatizar a casa através de cenários é fácil e está disponível onde quer que o utilizador esteja, desde que possa aceder ao controlador com um *smartphone* ou *tablet*.

4.4. SOLUÇÃO B (CONTROLADOR *RASPBERRY* + *HOME ASSISTANT*)

4.4.1. CONFIGURAÇÃO

A configuração desta solução possui particularidades muito interessantes em relação à primeira solução. Depois de instalados os equipamentos nos devidos lugares e feitas todas as ligações de alimentação e rede foi necessário proceder a configuração propriamente dita.

O controlador, sendo baseado num *Raspberry Pi 3* virgem, necessita de um *open-source* para controlo e automação residencial denominado *Home Assistant*, que foi descarregado, tal como já foi evidenciado, no site oficial “www.home-assistant.io”. Recorreu-se ao sistema operativo “*Hass.IO*”, que foi “instalado” com recurso a uma máquina *Windows* e um *software* para montar a imagem no cartão SD. Este sistema operativo trata de instalar o *Home Assistant* e atualizar quando necessário. Depois de colocar o cartão SD na ranhura presente no *Raspberry Pi 3*, conectou-se o equipamento à rede e foi ligada a alimentação do mesmo. Após uma espera de alguns segundos é possível aceder à interface do *Home Assistant* através do endereço na rede do equipamento associado à porta 8123, como é possível verificar na imagem 61. Neste caso em concreto a conexão é possível através do endereço 192.168.22.111:8123.

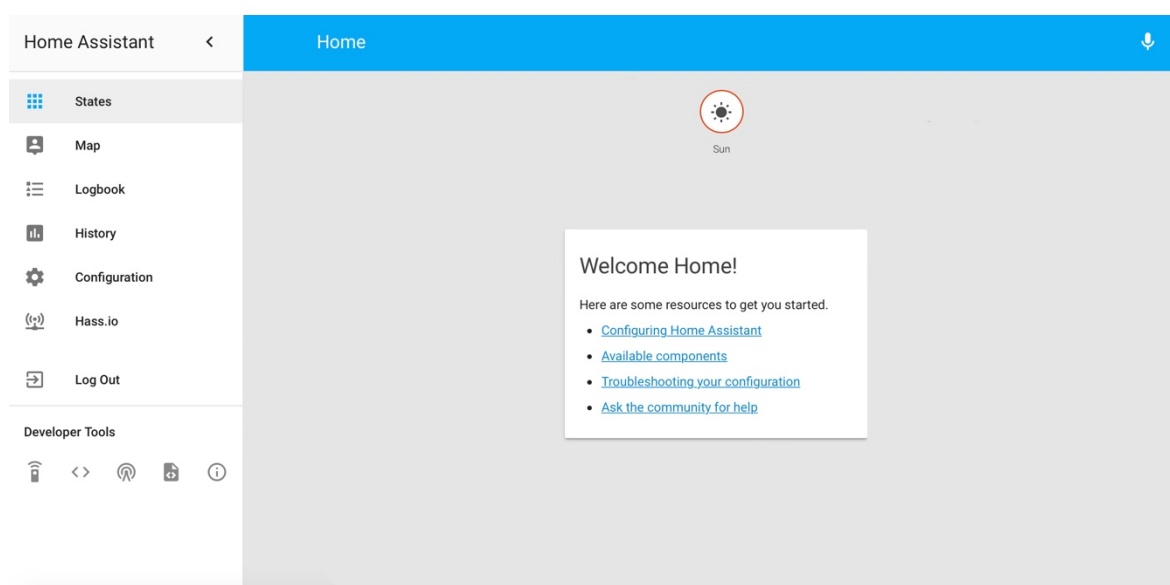


Figura 61 - Interface Inicial do Home Assistant

A partir daqui começa a configuração propriamente dita. Em primeiro lugar existe uma série de *plugins* possíveis de instalar e que facilitarão todo o processo de programação do sistema, uma vez que será necessário aceder a ficheiros de configuração existentes em pastas alocadas no *Raspberry*.

Os *add-ons*, como são designados, são instalados facilmente. Recorrendo ao menu inicial da interface podemos encontrar a opção “*Hass.IO*” e, acedendo, identificamos logo pelo ícone no canto superior direito a loja disponível para fazer *download* dos complementos (figura 62).

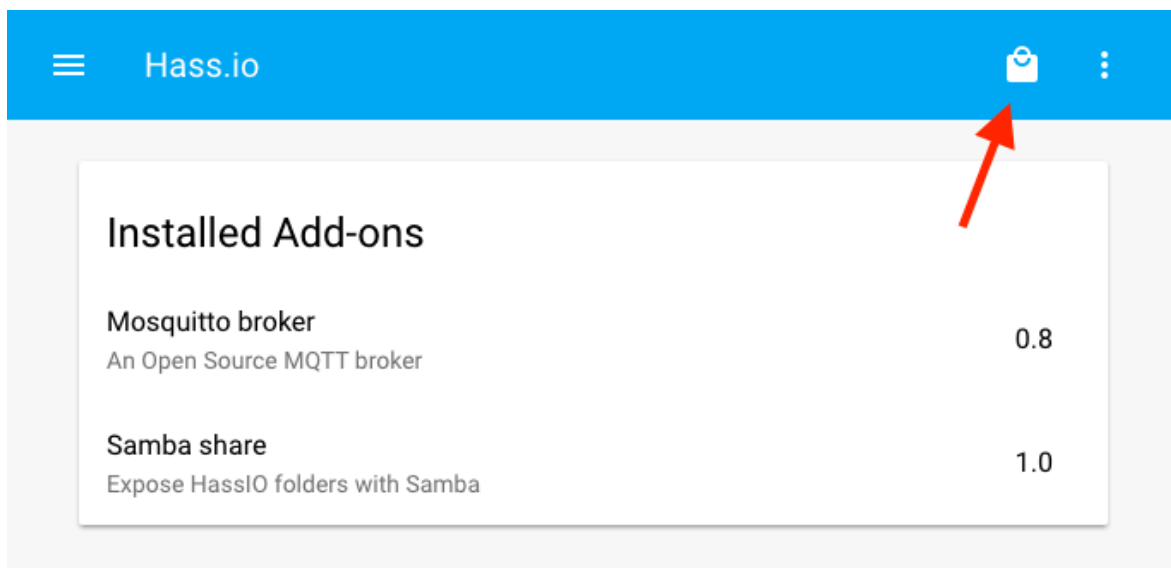


Figura 62 - Instalação de Add-Ons no Home Assistant

No caso desta instalação, foram usados 2 complementos. O primeiro a ser instalado foi o “*Samba Share*”, que permite configurar o servidor para aceder às pastas *hass.IO* usando a partilha de rede do *Windows*. Isto facilita todo o processo de programação que será necessário realizar posteriormente, pois será necessário aceder ao ficheiro de configuração do *Home Assistant* várias vezes.

De seguida foi necessário criar condições para que o nosso controlador *Z-Wave* pudesse ser acedido remotamente, ou seja, de uma rede internet que não a da habitação. Para isto foi necessário abrir a porta 8123 no router da instalação, porta essa que será usada juntamente com o IP público para acesso remoto ao *Home Assistant*.

A abertura de portas é um processo diferente dependendo do equipamento *gateway* utilizado. No caso específico desta instalação a abertura de portas foi realizada num router MEO. Na secção “partilha de jogos e aplicações” foi criado um novo jogo ou aplicação e realizada uma entrada manual de mapeamento de portas que será depois associada ao *Raspberry* que já se encontra na rede. O processo está descrito na figura 63.

The image shows a three-step process in the Technicolor TG784n v3 router web interface:

- Novo jogo ou aplicação:** The user enters "Hass.IO" as the name and selects "Entrada manual de mapeamento de portas" as the service type. The "Avançar" button is highlighted.
- Gerir Jogos e aplicações associados:** A table for port mapping is shown. The first row has "Qualquer" for both protocols and "8123" for both port ranges. The "Adicionar" button is highlighted.
- Jogos e aplicações associadas:** The user selects "Hass.IO" from the application list and "<Definido pelo utilizador...>" for the device. The IP address "192.168.22.111" is entered in the device field. The "Adicionar" button is highlighted.

Figura 63 - Processo de Aberturas de Porta em Router de Internet

Depois da abertura de portas o segundo componente pode ser instalado. O “Duck DNS” é um serviço gratuito que direcionará um domínio DNS (*hassio.duckdns.org*) para um endereço IP. Assim é possível aceder ao controlador através de um domínio e não do IP público do router do cliente. Para isto bastou aceder a “*duckDNS.org*”, registar o cliente e criar um domínio para o seu IP publico como podemos visualizar na imagem 64.

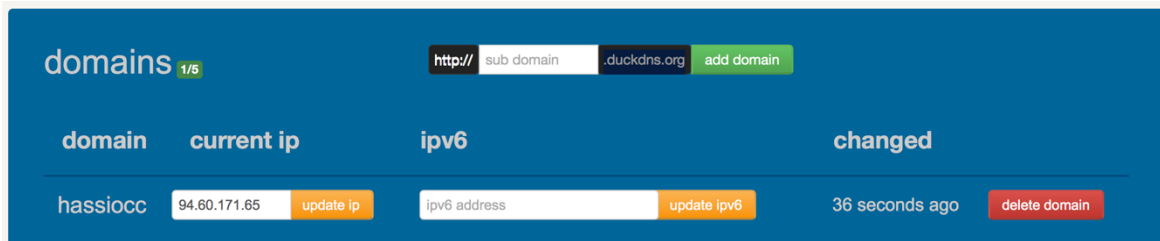


Figura 64 - Atribuição de Domínio através do DuckDNS
(Fonte: duckDNS.org)

Depois disto foi necessário instalar o *add-on* no *Home Assistant* e configurar o domínio que foi registado em “*duckDNS.org*” (figura 65).

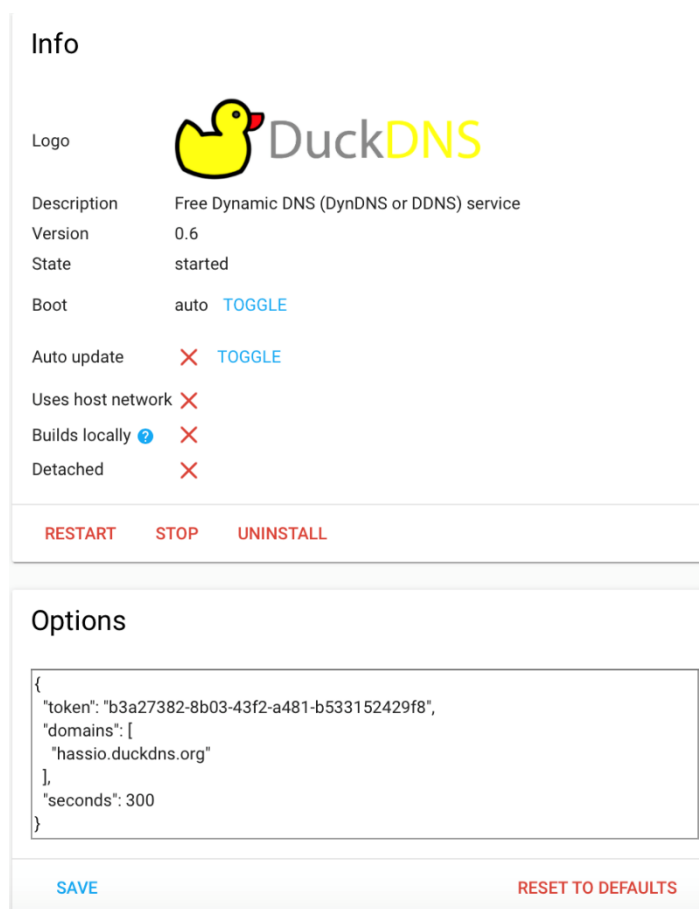


Figura 65 - Configuração do duckDNS no Home Assistant

O acesso remoto ao *Home Assistant* ficou mais fácil e intuitivo através de um domínio. O próximo passo é configurar os dispositivos *Z-Wave* para ser possível realizar o controlo da habitação.

4.4.1.1. Adição de Equipamentos à Rede *Z-Wave*

Em comparação à solução anterior o processo para adição de dispositivos é rede *Z-Wave* na solução B é mais simples.

Em primeiro lugar é necessário indicar ao software que dispositivo irá controlar a nossa rede *Z-Wave*. Como já foi referido, nesta solução será usado um *stick Z-Wave* da *Aeonlabs* para esse efeito, e sendo assim, é necessário aceder ao ficheiro de configuração do *Home Assistant* e indicar que o controlo *Z-Wave* será feito pelo equipamento conectado numa das portas USB.

Para aceder ao ficheiro de configuração, e uma vez que foi instalado o *addon "Samba Share"* é possível utilizar a partilha de rede do Windows. Como os arquivos de configuração no *Home Assistant* são baseados no idioma YAML, dentro do ficheiro de configuração foi necessário apenas de colocar o seguinte código:

```
zwave:  
  usb_path: /dev/ttyACM0
```

YAML é uma linguagem concebida para ser facilmente utilizada pelo utilizador e opera muito bem com linguagens de programação modernas para tarefas comuns. Proposta por *Clark Evans* em 2001 em conjunto com *Ingy döt Net* e *Oren Ben-Kiki*. Esta linguagem foi criada na convicção que todos os dados podem ser representados adequadamente como combinação de listas, mapas e dados escalares. A sintaxe é relativamente simples e foi projetada para ser muito legível, e por isso usada em vários ficheiros de configuração.

Em seguida, é essencial introduzir equipamento a equipamento na rede Z-Wave. O princípio para a inclusão de equipamentos *Z-Wave* é muito semelhante ao usado na solução anterior, ou seja, o controlador tem de ser colocado em modo de aprendizagem e através dos sensores e atuadores enviar um sinal, clicando no botão de programação de cada um deles.

A única diferença está na forma como colocar o controlador em modo de inclusão. Para iniciar este modo, foi necessário desconectar o *stick* do *Raspberry* e, em seguida, tocar o botão de ação que se encontra na parte superior. Depois, pressionou-se o botão de programação no dispositivo que se pretende incluir. O LED azul incorporado no *stick* pisca rapidamente durante uma descoberta de equipamentos na rede e permanece aceso por 2 segundos para indicar a inclusão bem-sucedida.

Depois de incluir todos os dispositivos, e passados 30 segundos sem atividade o controlador saiu automaticamente do modo de inclusão. Assim, foi só voltar a conectar o *stick* novamente ao *Raspberry* e fazer um *reboot* ao equipamento.

Na conexão seguinte ao *Home Assistant* a interface mostra automaticamente todos os dispositivos presentes na rede. À primeira vista pode parecer confuso, e é por isso necessário organizar a interface de modo a ser mais fácil usar esta ferramenta de automação doméstica. Os passos para constituir uma interface mais amigável serão explicados no subcapítulo seguinte.

No caso das câmaras de vigilância foi necessário recorrer novamente ao ficheiro de configuração. No site oficial do *Home Assistant* existe uma biblioteca de integrantes para esta ferramenta de automação. Com a introdução do código YAML associado a esses componentes no ficheiro de configuração do software, é possível, como já foi referido, incluir equipamentos multimédia como o *Chromecast* da Google, ou então um “sensor” Uber que indica preço e distancia do automóvel mais próximo.

Foi recorrendo a esta base de códigos YAML que se conseguiu integrar as câmaras IP neste sistema. Para isto, no ficheiro de configuração, foi necessário colocar o seguinte código para cada um dos equipamentos:

```
camera:
  - platform: mjpeg
    mjpeg_url:
      http://admin:centralcasa2017@192.168.22.112:80/
        streaming/channels/102/httppreview
```

No URL coloca-se o IP e essas credenciais para que o *stream* possa ser reproduzido na interface do *Home Assistant* sem problemas. O IP da câmara na rede era efetivamente 192.168.22.112 e o utilizador na primeira ligação da câmara à rede tinha definido as credenciais para proteger o acesso ao equipamento. Neste caso, e como a primeira configuração das câmaras foi realizada pela CentralCasa, as credenciais foram definidas como sendo o nome de usuário “admin” e a senha “centralcasa2017”.

A uma escolha do canal de *stream* foi essencial neste caso, uma vez que esta câmara IP possui dois, o principal com compressão de imagem H.264 e o secundário com a opção de MJPEG. O MJPEG é a compilação de ficheiros JPEG compactados separadamente numa sequência, o que leva a resultados de alta qualidade em termos de resolução. Com o H.264, por outro lado, apenas alguns quadros são comprimidos e maioria deles apenas registra as alterações do quadro anterior. No caso desta solução, a ideia foi reproduzir o *stream* secundário, em MJPEG e é por isso que no URL está indicado o segundo canal.

Depois de adicionar as câmaras no ficheiro de configuração, é preciso fazer um *restart* ao *Home Assistant* e as câmaras aparecem na interface.

4.4.1.2. Interface

A interface inicial desta ferramenta de automação não é, claramente, a mais intuitiva no primeiro momento. Logo depois de associar os dispositivos a interface apresenta-se bastante confusa sem qualquer grupo definido e com todos os equipamentos *Z-Wave* juntos. Os nomes dos dispositivos surgem

parametrizados de fábrica e aparecem vários dispositivos que não dão qualquer tipo de indicação ao utilizador mesmo permanecendo na interface.

Para tornar tudo mais intuitivo e de fácil utilização foi necessário “arrumar” a interface. Em primeiro lugar criaram-se grupos, e para isso, mais uma vez foi inevitável aceder aos ficheiros de configuração. No ficheiro de configuração de grupos (groups.yaml), foram indicados que grupos se pretendia criar e quais as identidades, ou dispositivos, que deseja que pertençam ao conjunto. No código seguinte é apresentado um excerto do grupo “Rés do Chão” criado para esta solução:

```
resdochao:
- name: Rés do Chão
  view: yes
  entities:
  - switch.qubino_zmnhbdx_flush_2_relays_switch
  - binary_sensor.fibaro_system_fgk10x_door_opening_sensor
  - binary_sensor.fibaro_system_fgms001_motion_sensor_sensor
  - binary_sensor.fibaro_system_fgfs101_flood_sensor_flood
  - binary_sensor.fibaro_system_fgds002_smoke_sensor_sensor
  - sensor.fibaro_system_fgms001_motion_sensor_temperature
  - sensor.fibaro_system_fgfs101_flood_sensor_temperature
  - sensor.fibaro_system_fgms001_motion_sensor_luminance
  - sensor.fibaro_system_fgds002_smoke_sensor_temperature
  - sensor.qubino_zmnhbdx_flush_2_relays_power
  - sensor.qubino_zmnhbdx_flush_2_relays_energy
  - sensor.remotec_zxt120eu_temperature
```

Posteriormente, já com os grupos criados, teve de se renomear os dispositivos para que possa facilmente encontrar o dispositivo que pretende mal aceda à interface na aplicação móvel ou no computador. Na versão anterior do *Home Assistant*, o utilizador tinha que mais uma vez programar isso acedendo aos ficheiros de configuração, mas com atualizações de *firmware*, que são uma constante neste software, bastou aceder as configurações no menu principal da interface e selecionando a opção “*Customization*” temos acesso á área onde pode facilmente trocar o nome do equipamento para algo perceptível em futuras utilizações como demonstrado na figura 66. Assim bastou selecionar a entidade que pretendíamos personalizar e fazer as alterações.

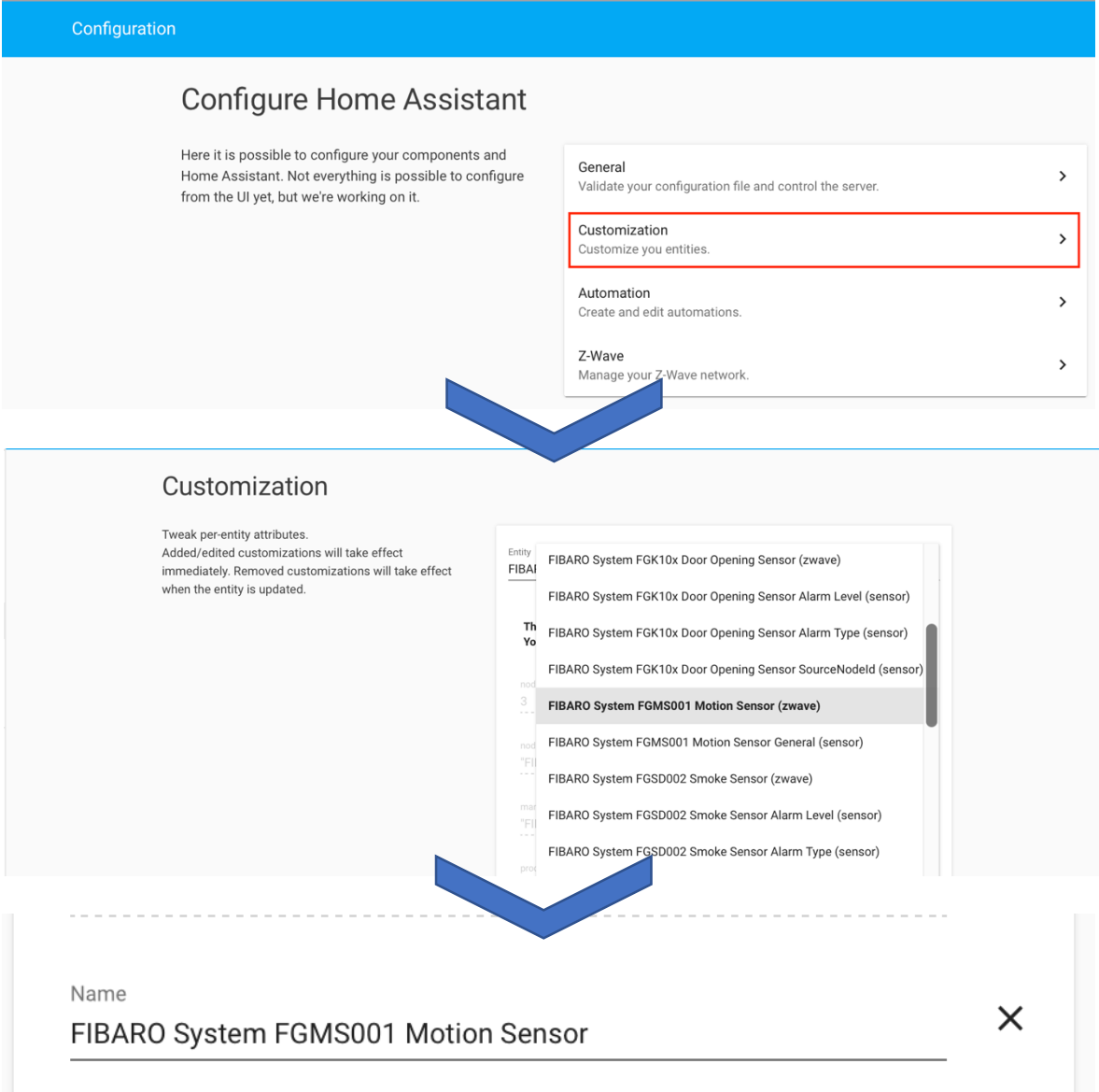


Figura 66 - Procedimento para Renomear Dispositivo no Home Assistant

É também aqui que existe a possibilidade de escolher quais os dispositivos, que devem aparecer na interface. Para isto foi necessário de igual modo escolher a identidade que não deve aparecer e depois escondê-la no sistema colocando a opção “hidden” como verdadeira (figura 67).

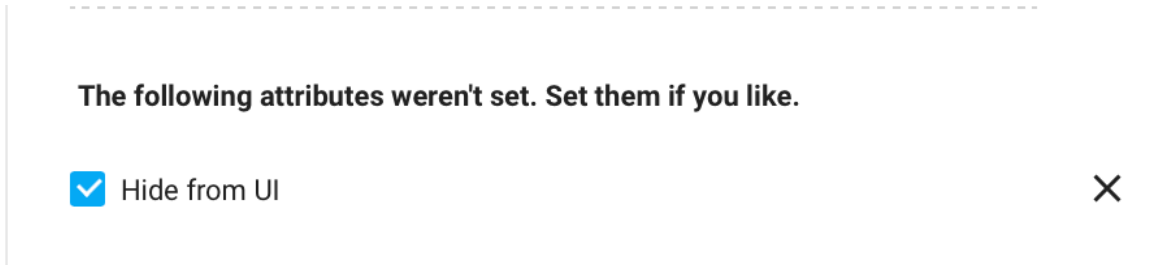


Figura 67 - Procedimento para Esconder Dispositivos Indesejados no Home Assistant

Terminado este procedimento a interface fica com um aspeto bem mais apelativo e organizado que no início como mostra a figura 68.

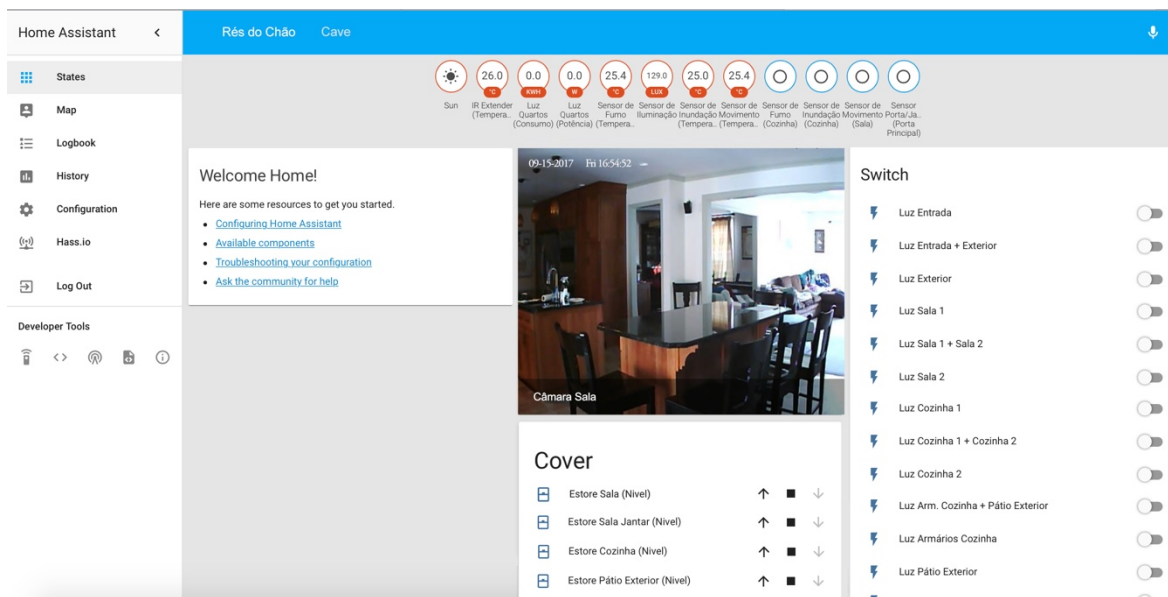


Figura 68 - Exemplo de Interface Home Assistant para Solução B

Dentro do menu principal alocado ao lado esquerdo existe ainda opção de visualizar o mapa com a localização do controlador, o “*logbook*” onde estão registadas todas as entradas e saídas dos utilizadores no software e o histórico (figura 69) que mostra o estado e registo de todos os atuadores e sensores.

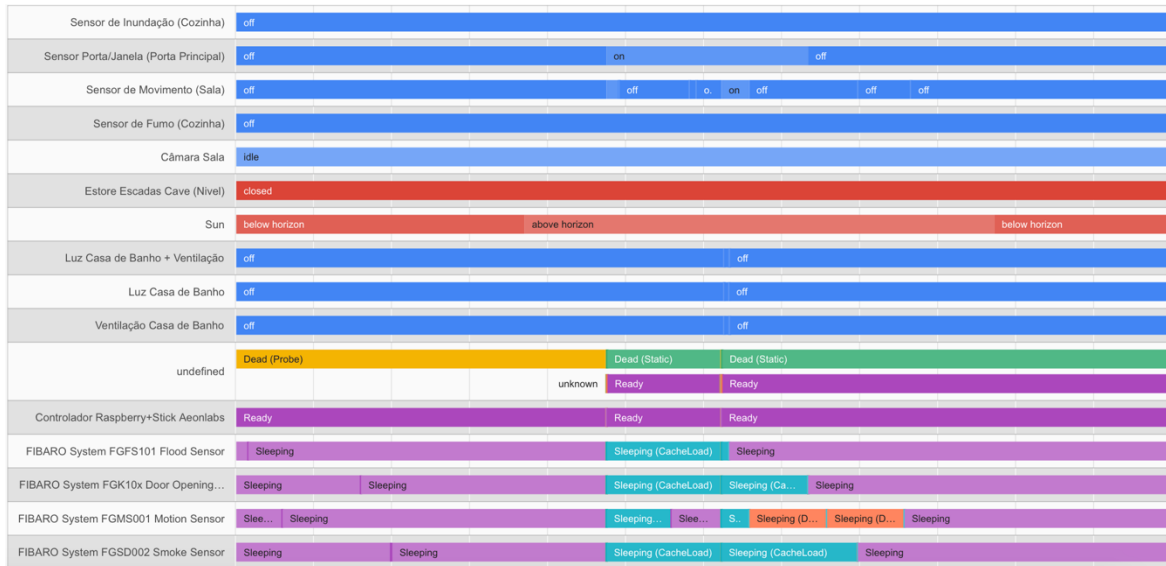


Figura 69 - Excerto de Histórico do Home Assistant

4.4.1.3. Criação de Cenários

A criação de cenários será talvez a tarefa mais complicada para esta solução de automação residencial. É verdade que os cenários são uma peça fundamental no controlo domótico de uma habitação e por isso a sua configuração deve ser simples e intuitiva.

Tal como na solução A, os cenários podem ser despoletados pelos mais diversos sensores, por calendarizações ou pelo próprio utilizador mas a grande diferença é que nesta solução o processo para criação de um cenário não é tão fácil.

Foram realizados alguns ensaios para explicar ao cliente o método de criação de cenários, e será explicado aqui o procedimento. Importa já ressaltar, que ao contrário da solução A, nesta instalação é impossível proceder à gravação de imagens de vigilância. Armar e desarmar o sensor presente nas câmaras *Hikvision* e visualizar o *stream* em tempo real na

interface do *Home Assistant* e executável, mas não se pode dizer o mesmo da gravação. Tudo aponta para que esta não seja então uma solução interessante para vigilância da habitação.

Para configurar um cenário, por exemplo acender a luz de entrada cada vez que alguém abrir a porta principal durante a noite, para que não precisem de procurar um interruptor, foi necessário, como podemos observar na figura 70, aceder á configuração no menu principal e logo de seguida a “*Automation*”.

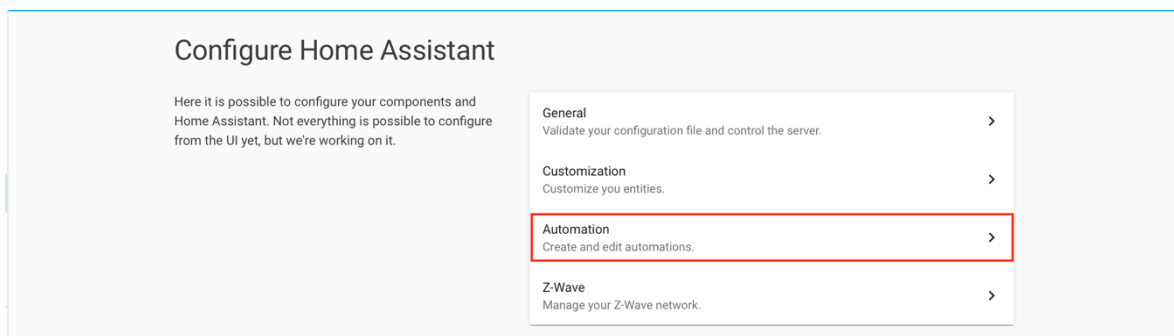


Figura 70 - Painel de Configuração do Home Assistant

Posteriormente foi preciso adicionar um cenário, nomeá-lo, definir qual o gatinho e qual a ação que vai ser despoletada. No caso do gatinho, pode, como referimos anteriormente, ser o estado de um sensor ou dispositivo, e pode também ser uma calendarização ou temporização, um certo dia a uma certa hora.

Neste exemplo, o gatilho foi definido como sendo o sensor da porta principal no momento em que passa de *off* para *on* (figura 71), ou seja, quando a porta é aberta e separa as partes magnéticas.

The screenshot shows the 'Ligar Luzes Entrada' configuration page. It includes a title, a brief instruction, and a 'Triggers' section. The trigger configuration form is filled with the following details:

- Name: Ligar Luzes Entrada
- Trigger Type: state
- Entity id: binary_sensor.fibaro_system_fgk10x_door_opening_sensor_sensor
- From: off
- To: on

An 'ADD TRIGGER' button is visible at the bottom of the form.

Figura 71 - Definição do Gatilho para o Cenário no Home Assistant

Para garantir que durante o período em que a luz do dia é suficiente este cenário não esteja a acender a luz, foi colocada uma condição. Este cenário só corre entre o pôr do sol e o nascer do sol (figura 72), e o *Home Assistant* através da conexão à internet consegue obter a informação movimento do sol, dia após dia.

The screenshot shows the 'Conditions' configuration page. It includes a title, a brief instruction, and a condition configuration form. The condition configuration form is filled with the following details:

- Condition Type: sun
- Before: Sunrise Sunset
- After: Sunrise Sunset

There are also fields for 'Before offset (optional)' and 'After offset (optional)', which are currently empty.

Figura 72 - Condição Presente num Cenário do Home Assistant

Após a definição do elemento que vai desencadear a ação e a condição a que tem de obedecer indicou-se qual a ação que vai ser despoletada. Como referimos a ideia é ligar as luzes da entrada e para isso é necessário “chamar” o serviço de ligar a luz e indicar qual a identidade do dispositivo

que tem de ser ligado. Para isto foi usada a função “*call service*” e determinado que o ligar das luzes (*switch.turn_on*) é para ser feito na identidade referente à iluminação da entrada (*switch.qubino.zmnhbdx_flush_2_relays_switch_2*). Todo este processo está demonstrado na figura 73 já de seguida.

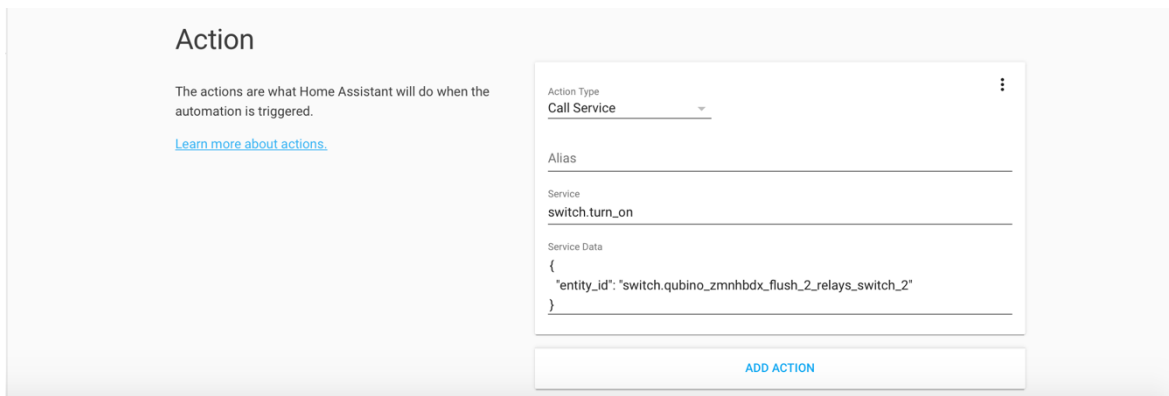


Figura 73 - Definição da Ação para um Cenário no Home Assistant

Todos os cenários criados aparecem na interface associados ao grupo para o qual forem relacionados como indica a figura 74. Isto serve para que o utilizador possa facilmente desligar o cenário e voltar a ligar quando quiser parar ou retomar estas ações.

O utilizador pode dar asas à imaginação e mediante o uso de sensores, ou temporizações pode criar o maior leque de cenários possíveis. Pode efetivamente criar um cenário que desça os estores todos da habitação a determinada hora, ou pode aproveitar o sensor de iluminação e subir e descer os estores, ou ligar e desligar a iluminação mediante a quantidade de luxes reportados. Apesar de menos intuitivo que na solução A, a criação de cenários não é assim tão difícil neste controlador.

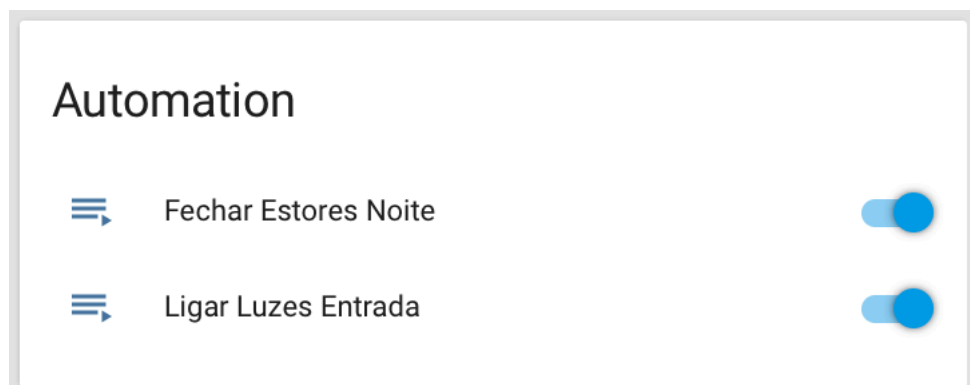


Figura 74 - Presença dos Cenários na Interface do Home Assistant com Botão de On/Off

Para facilitar a configuração, é possível consultar uma lista de ações que podem ser feitas por tipo de dispositivos, representada na figura 75. Deste modo o utilizador pode facilmente perceber que tipo de sintaxe tem de utilizar na construção do cenário para realizar a ação pretendida.

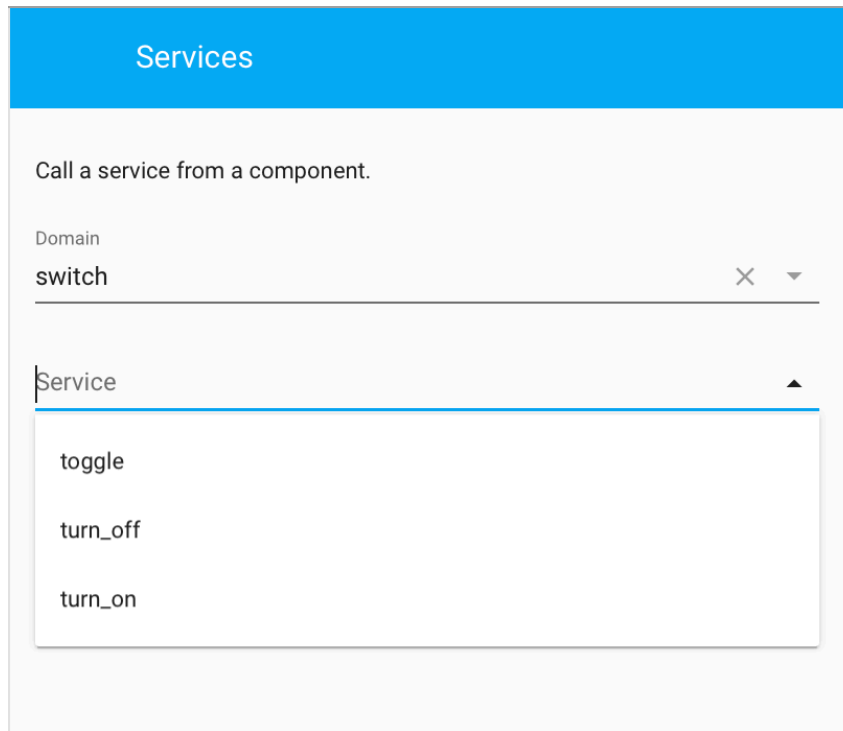


Figura 75 - Lista de Ações para Dispositivos de Iluminação no Home Assistant

5. CONCLUSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões resultantes do desenvolvimento da dissertação bem como algumas propostas para expandir e melhorar os protocolos estudados e as soluções testadas.

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia X10 é umas mais divulgadas mundialmente dado o seu baixo custo e a facilidade de instalação, mesmo sem conhecimentos técnicos. No entanto o X10 está em fim de vida e possui sérias limitações em termos técnicos e funcionais, não sendo a mais adequada para a realização de sistemas sofisticados.

Em alternativa destacam-se as tecnologias cabeadas *LonWorks*, mais divulgada nos Estado Unidos da América, o EIB/KNX, com maior impacto na Europa. Estas tecnologias permitem a criação de sistemas complexos de grande dimensão, mas em contrapartida possuem um custo de investimento muito superior, para além de que a instalação necessita de conhecimentos especializados e o uso de ferramentas próprias, não estando por isso ao alcance do utilizador comum.

A tecnologia *CEBus* possui boas características técnicas, no entanto, a solução revelou-se um insucesso comercial dado o seu custo e a fraca aceitação do mercado.

O protocolo *Insteon*, tem na sua transmissão o maior trunfo, e juntamente com *Z-Wave* e *Zigbee* a arquitetura em rede “*mesh*” permite a este protocolo estabelecer no mercado um nível de fidelidade bastante interessante. O facto de ser um protocolo fechado é talvez a maior desvantagem, sendo que as limitações que daí advêm em termos de personalização de uma instalação de automação é algo que pode fazer com que esta tecnologia comece a ser descartada.

O *Z-Wave* e *Zigbee* são talvez os protocolos que mais margem de progresso possuem neste momento. São razoavelmente acessíveis em termos de preço, e apresentam bons tempos de resposta, fiabilidade e imenso apoio especializado apesar de serem protocolos com equipamento de instalação extremamente fácil, pensada para o utilizador comum. O *ZigBee* apresenta consumos energéticos mais aprimorados que o *Z-Wave* mas neste momento o catálogo de equipamentos disponíveis ainda é pequeno enquanto o *Z-Wave* pode afirmar-se como uma tecnologia perfeitamente preparada para pequenas habitações e grandes projetos.

A solução baseada no controlador *VeraEdge* é de facto bastante mais intuitiva que a solução baseada no *Raspberry*, mas não oferece uma abertura tão grande a nível de componentes integráveis. Isto apoia a conclusão que ambas as soluções são interessantes, mas para públicos ou instalações diferentes.

O controlador nativo usado na solução A, transforma-a numa verdadeira instalação *Z-Wave* com um complemento de vigilância. Importa referir que para o complemento de vigilância funcionar em pleno é necessário o pagamento de uma mensalidade por um serviço extra. Com o *VeraEdge*, o utilizador não necessita de se preocupar com a configuração. Os equipamentos são fáceis de adicionar a rede, a interface é simples, mas clara quanto ao que pode oferecer, e a criação de cenários é bastante detalhada, o que promove a utilização por parte de um público geral. A filosofia da solução A é essa mesmo, não é necessário que o utilizador perca muito tempo em programações e planos do que vai fazer. Basta emparelhar tudo e começar a controlar a habitação.

A solução B não é a mais indicada para vigilância. Apesar de existir uma panóplia grande de câmaras integráveis é mais difícil para o utilizador configurar o equipamento e a possibilidade de criar cenários para gravação é nula. Mas isto não implica que esta opção seja de todo descabida para automação residencial. Antes pelo contrário, a verdade é que o *Raspberry*, de aproximadamente 40€, associado ao stick da *Aeonlabs* do mesmo valor

constitui um controlador *Z-Wave* de 80€ que a nível de automação se debate muito bem com um controlador *VeraEdge* de aproximadamente 140€. Possibilita realizar todas as funções de controlo que o controlador da primeira solução, depois de configurada, a interface é tão intuitiva quanto a oponente e a nível de cenários, apesar de estes necessitarem de algum esforço extra na criação, funcionam de forma exemplar.

De forma a sintetizar é apresentada toda a informação referente às duas soluções na tabela 7.

Tabela 7 - Comparação entre Solução a e B

	SOLUÇÃO A	SOLUÇÃO B
CONTROLO DISPOSITIVOS	★★★★★	★★★★☆
CENÁRIOS AUTOMÁTICOS	★★★★★	★★★★☆
VIDEOVIGILÂNCIA	★★★★★	★★★★☆
PREÇO	4.022,61 €	3.497,61 €
CONTROLADOR	140,00 €	80,00 €
MICROMÓDULOS ILUMINAÇÃO	497,18 €	497,18 €
MICROMÓDULOS ESTORES	397,74 €	397,74 €
MÓDULOS AR CONDICIONADO	316,00 €	316,00 €
MEDIDORES DE ENERGIA	719,40 €	719,40 €
SENSORES MOVIMENTO	359,94 €	359,94 €
SENSORES DE FUMO	129,98 €	129,98 €
SENSORES DE INUNDAÇÃO	299,95 €	299,95 €
SENSORES PORTA/JANELA	297,42 €	297,42 €
CÂMARAS	865,00 €	400,00 €

5.2. TRABALHO FUTURO

Apesar dos objetivos propostos terem sido cumpridos, é possível melhorar ambas as soluções. Sendo a domótica uma área em constante desenvolvimento, o aperfeiçoamento aos componentes de uma rede e às funcionalidades de cada um dos equipamentos, é efetivamente contínuo.

Os protocolos estão sempre em evolução, mas o futuro aponta para uma solução sem fios mas que não “castigue” as baterias na comunicação de dados permitindo melhores resultados na gestão de energia.

A solução baseada no controlador *VeraEdge* é, como anteriormente referido, muito mais intuitiva. O serviço utilizado na área de vigilância poderia ser gratuito uma vez que o utilizador pode utilizar essas ferramentas para reforçar o seu conceito de casa inteligente e já paga um valor razoável pelo controlador e restantes equipamentos. Para além disto era interessante aumentar a autonomia do controlador e alguns dispositivos, com a acoplação de uma bateria de backup para situações de falha de energia. A marca já está a pensar em algumas situações, e vai lançar, entretanto, um controlador com um sistema de GSM de backup para comunicações de alarme caso haja falha na rede *wireless*.

A solução B é toda ela interessante pelo simples facto de ser aberta não só ao controlo *Z-Wave* mas também a várias outros componentes que podem aparecer na interface da nossa ferramenta de automação. Uma secção com notícias desportivas, o sistema de som da habitação, a possibilidade de chamar um Uber, tudo na mesma interface onde controlamos a nossa habitação. Existem claro aspetos a melhorar, principalmente na preparação desta solução para um utilizador comum. Os cenários têm de ser mais fáceis de criar, as câmaras mais fáceis de integrar e o próprio aspeto da interface pode ser melhorado.

Quanto à CentralCasa, continuará a testar até à exaustão várias possibilidades de forma a poder estar sempre segura na hora de aconselhar um cliente. A solução do *Raspberry* será certamente mais explorada e trabalhada, devido ao crescimento da procura neste tipo de solução de automação.

Referências Documentais

- [1] CENTRAL CASA, DOMÓTICA; “Apresentação” 2017 [Online].
Available: <http://www.centralcasa.pt/apresentacao>
- [2] MAUTINO, PEDRO; “Concepção e Desenvolvimento de uma Rede Domótica”;
Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Nov. 2001.
- [3] BETORED, JORGE; “Solutions Towards Domotic Interoperability. The contribution of
the OPC Standard”; 2007.
- [4] NUNES, RENATO. “Análise Comparativa de Tecnologias para Domótica”; Lisboa;
Instituto Superior Técnico/INESC-ID, 2002.
- [5] SANTOS MONTEIRO, JOSÉ PEDRO; “Aplicação Android para Sistema de
Domótica”; Tese de Mestrado, Instituto Politécnico de Viseu, Jun. 2015.
- [6] BARROS, AURIZA LOPES DE; “Edifícios Inteligentes e a Domótica Proposta de um
Projecto de Automação Residencial utilizando o protocolo X-10”; Cabo Verde;
Universidade Jean Piaget de Cabo Verde; Set. 2010.
- [7] TEZA, VANDERLEI RABELO; “Alguns Aspetos Sobre Automação Residencial -
Domótica”; Florianópolis; Mai. 2002.
- [8] FERREIRA, JOÃO ALEXANDRE; “Interface Homem-Máquina para Domótica
Baseado em Tecnologias Web”; Dissertação de Mestrado; Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto; Porto; Jun. 2008.
- [9] AUGUSTO, RICARDO DE SOUSA; “Simulação de Comunicações baseadas em
Power Line Communication (PLC) para Smart Grids.”; Dissertação de Mestrado;
Instituto Superior Técnico; Lisboa; Set. 2013.
- [10] FERREIRA e LOPES; “Sistemas Domóticos”; Universidade Fernando Pessoa; Porto;
Out. 2009.
- [11] ALVES E MOTA; “Casas Inteligentes”; Centro Atlântico, Lda; 1ª edição; Abr. 2003;
ISBN: 972-8426-67.
- [12] EUROX10; “X-10 INFO” 2017 [Online].
Available: <http://www.centralcasa.pt/content/x10information>
- [13] RTA, AUTOMATION; “LONWorks” 2017 [Online]
Available: <http://www.rtaautomation.com/technologies/lonworks>
- [14] INSTEON; “WHITEPAPER: The Details”; 2013 [Online]
Available: <http://cache.insteon.com/documentation>
- [15] EUROX10; “INSTEON INFO” 2017 [Online].
Available: <http://www.eurox10.com/Content/insteon>
- [16] KNX ASSOCIATION; “Introdução” 2016 [Online]
Available: <https://www.knx.org/pt>
- [17] GISLANO, DREW; “Zigbee Wireless Networking”; Newnes; 1st Edição; Ago. 2008;
ISBN: 9780750685979.

- [18] EUROX10; “Z-WAVE INFO” 2017 [Online].
Available: <http://www.eurox10.com/Content/zwaveAbout>
- [19] Z-WAVE ALLIANCE; “Our History”; 2017 [Online]
Available: https://z-wavealliance.org/z-wave_alliance_history
- [20] PAETZ, CHRISTIAN; “Z-Wave Basics”; Kindle Edition; Mai. 2011.
- [21] LUA; “What is Lua?”; 2017 [Online].
Available: <https://www.lua.org/about.html>
- [22] HOME ASSISTANT; “Components” 2017 [Online]
Available: www.home-assistant.io/components/
- [23] RASPBERRY PI FOUNDATION; “About Us” 2017 [Online]
Available: www.raspberrypi.org/about/

ANEXOS

Anexo A.
Frequências Mundiais Z-Wave



The Z-Wave® Developer's Kit enables developers and Original Equipment Manufacturers (OEMs) to design and develop products that network wirelessly using RF-based Z-Wave® technology.

This table shows the current Z-Wave® sub-1 GHz frequency coverage.

COUNTRY/REGION	STANDARD	Z-WAVE FREQUENCY	RESIDENTIAL VOLTAGE	FREQUENCY
Algeria	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 Hz
Argentina	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	220 V	50 Hz
Armenia	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 Hz
Australia	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	230 V	50 Hz
Bahamas	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	120 V	60 Hz
Bahrain	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 V
Barbados	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	115 V	50 Hz
Bermuda	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	120 V	60 Hz
Bolivia	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	115 V, 230 V	50 Hz
Brazil	ANATEL Resolution 506	919.80 MHz, 921.40 MHz	127 V, 220 V	60 Hz
British Virgin Islands	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	110 V	60 Hz
Canada	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	120 V	60 Hz
Cayman Islands	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	120 V	60 Hz
CEPT* Cyprus Moldova	EN 300 220 EN 300 220 EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz 868.40 MHz, 869.85 MHz 868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V 240 V 220 V	50 V 50 V 50 V
Chile	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	220 V	50 Hz
China	CNAS/EN 300 220, CMIIT 2016DJ7232	868.40 MHz	220 V	50 Hz
Colombia	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	110 V	60 Hz
Costa Rica	ARIB T96, ARIB STD-T108	922.50 MHz, 923.90 MHz, 926.30 MHz	120 V	60 Hz
Ecuador	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	120 V	60 Hz
Egypt	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
El Salvador	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	115 V	60 Hz
EU	EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz		
French Dept. of Guiana	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
Georgia	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
Guatemala	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	120 V	60 Hz
Haiti	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	110 V	60 Hz
Honduras	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	110 V	60 Hz
Hong Kong (China)	HKTA 1035	919.80 MHz	220 V	50 Hz
India	CSR 564 (E)	865.20 MHz	230 V	50 Hz
Indonesia	ETSI EN 300 200	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 Hz
Israel		916.00 MHz	230 V	50 Hz
Jamaica	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	110 V	50 Hz
Japan **	ARIB STD-T108	922.50 MHz, 923.90 MHz, 926.30 MHz	100 V	50 Hz, 60 Hz

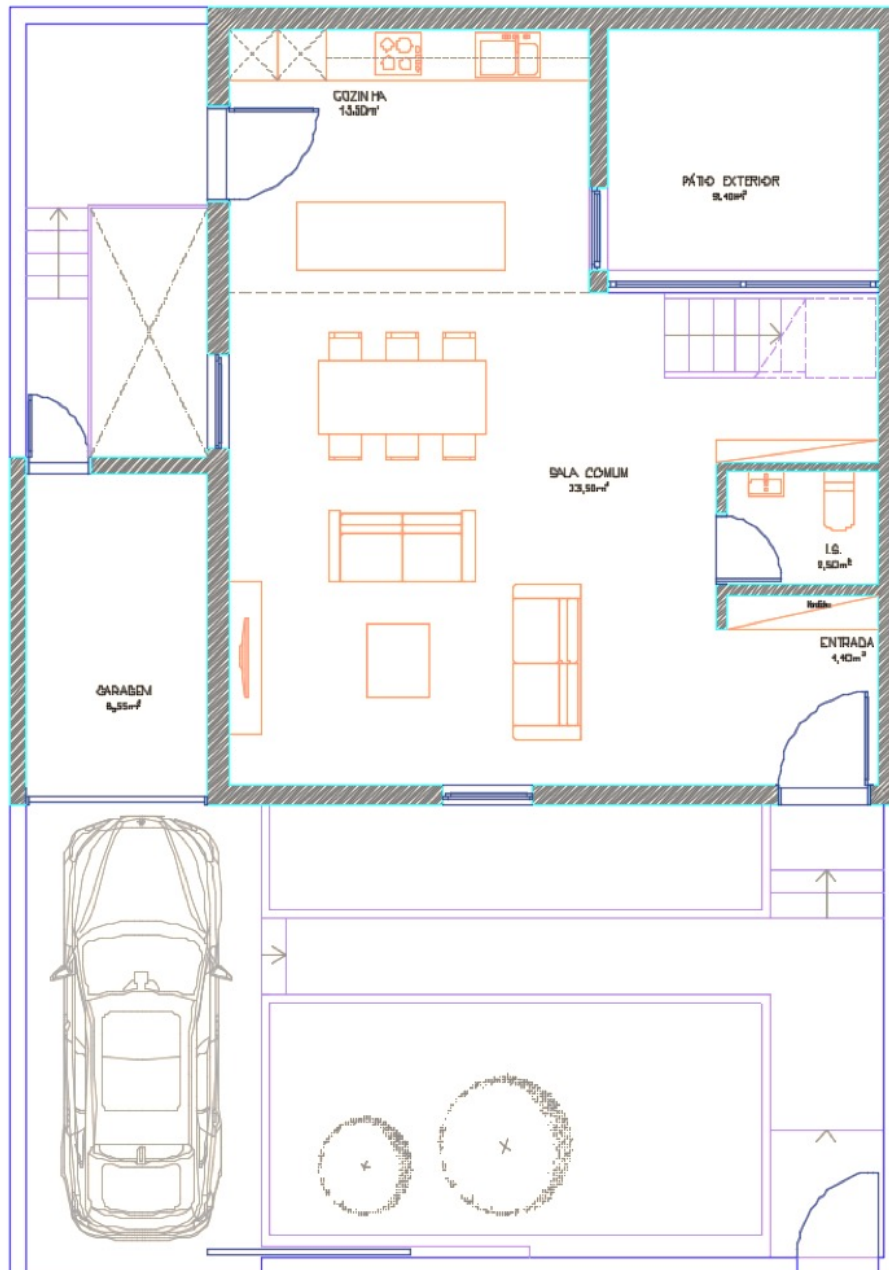
COUNTRY/REGION	STANDARD	Z-WAVE FREQUENCY	RESIDENTIAL VOLTAGE	FREQUENCY
Jordan	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 Hz
Kazakhstan	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
Kuwait	CITRA	868.40 MHz, 869.85 MHz	240 V	50 Hz
Lebanon	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
Libya	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	127 V	50 Hz
Macau		920.90 MHz, 921.70 MHz, 923.10 MHz	230 V	50 Hz
Malaysia	MCMC MTSFB TC T007:2014	919.80 MHz, 921.40 MHz	230 V	50 Hz
Mauritius	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 Hz
Mexico	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	127 V	60 Hz
Morocco	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	127 V, 220 V	50 Hz
New Zealand	AS/NZS 4268	921.40 MHz, 919.80 MHz	230 V	50 Hz
Nicaragua	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	120 V	60 Hz
Nigeria	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	240 V	50 Hz
Oman	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	240 V	50 Hz
Panama	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	110 V, 120 V	60 Hz
Paraguay	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	220 V	50 Hz
Peru	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	220 V	60 Hz
Philippines	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 868.42 MHz, 869.85 MHz	220 V	60 Hz
Qatar	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	240 V	50 Hz
Russian Federation	GKRCh/ETSI 300 220	869.00 MHz	230 V	50 Hz
Saudi Arabia	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	127 V, 220 V	60 Hz
Singapore	Clause 2, Article 58-2 of Radio Waves Act	920.90 MHz, 921.70 MHz, 923.10 MHz	230 V	50 Hz
South Africa	ICASA/ETSI 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 Hz
Republic of Korea	Clause 2, Article 58-2 of Radio Waves Act	920.90 MHz, 921.70 MHz, 923.10 MHz	220 V	60 Hz
St Kitts & Nevis	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	110 V, 230 V	60 Hz
Suriname	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	127 V	60 Hz
Taiwan	NCC/LP0002	920.90 MHz, 921.70 MHz, 923.10 MHz	110 V	60 Hz
Trinidad & Tabago	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	115 V	60 Hz
Turkmenistan	EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
Turks & Caicos Islands	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	110 V, 120 V	60 Hz
United Arab Emirates	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
Uruguay	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	230 V	50 Hz
USA	FCC CFR47 Part 15.249	908.40 MHz, 916.00 MHz	120 V	60 Hz
Uzbekistan	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
Yemen	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 Hz

* CEPT is the European regional organisation dealing with postal and telecommunications issues and presently has 45 Members: Albania, Andorra, Austria, Azerbaijan, Belarus, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Luxembourg, Malta, Moldova, Montenegro, Monaco, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russian Federation, San Marino, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, The former Yugoslav Republic of Macedonia, Turkey, Ukraine, United Kingdom, and Vatican.

** In February 2012, Japanese regulatory body ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) released new 920 MHz frequency band for radio equipment, due to LTE rollout. The 950 MHz frequency band will be obsolete by end of 2016.



Anexo B.
Plantas Habitação



João Pedro Gonçalves (Eng.)

Projeto de Domótica

JAN .2016

CentralCasa - Desenvolvimento de Projecto de Domótica

local da obra:

Código Interno: requerente:

Cais do Lagan, 224 2ºDt o 4400-492 V. N. de Gaia

Rua dos Castelos - Porto

PR.J.321.16 Dina dos Reis

e-mail: projectos@centralcasa.pt

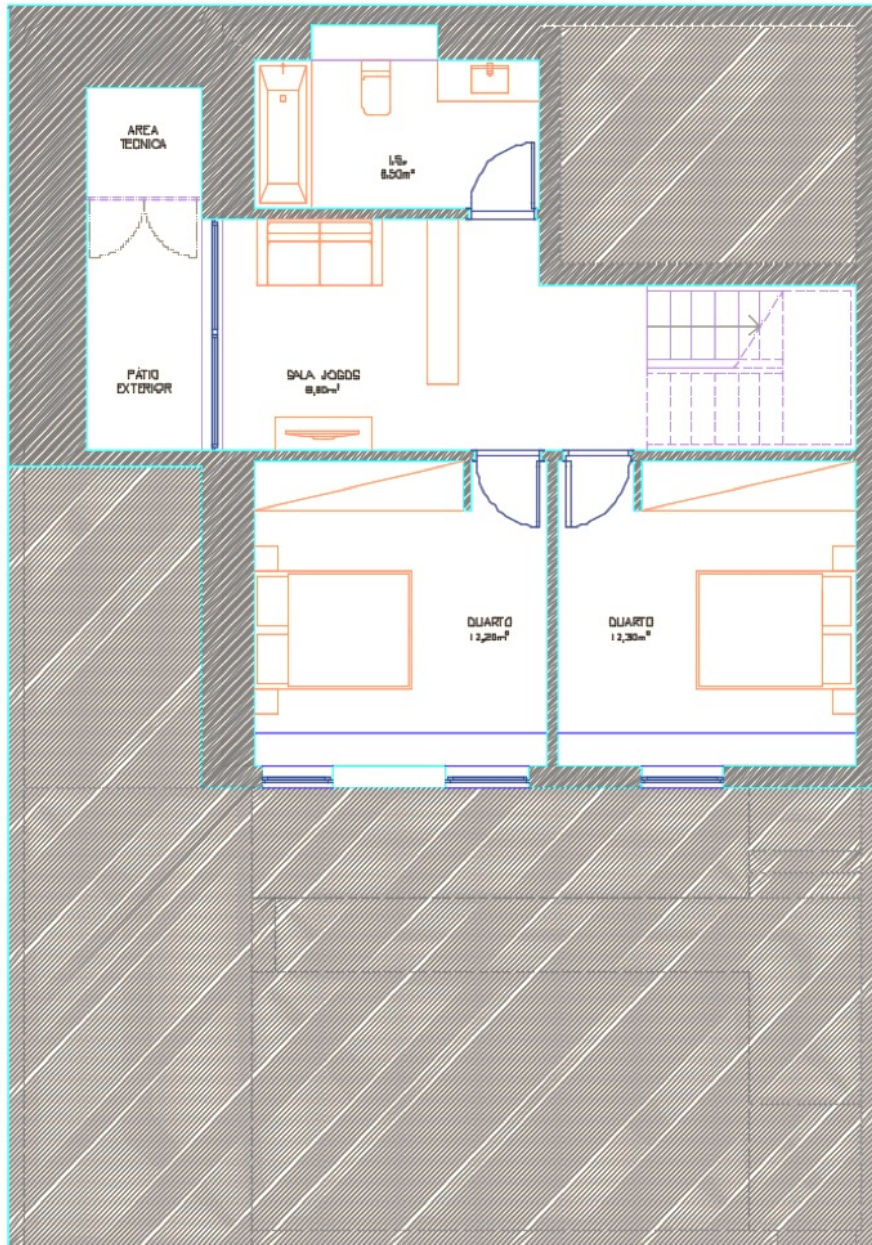
URL: www.centralcasa.pt



DESENHO - 01

PLANTAS - PISO 0

escala 1.100



João Pedro Gonçalves (Eng.)

Projeto de Domótica

JAN. 2016

CentralCasa - Desenvolvimento de Projecto de Domótica

local da obra:

Código Interno:

requerente:

Cals do Lugan, 224 2ºDJo 4400-492 V. N. de Gaia

Rua dos Castelos - Poço

P RJ. 32.1.16

Dina dos Reis

e-mail: projejos@centralcasa.pt



DESENHO - 01

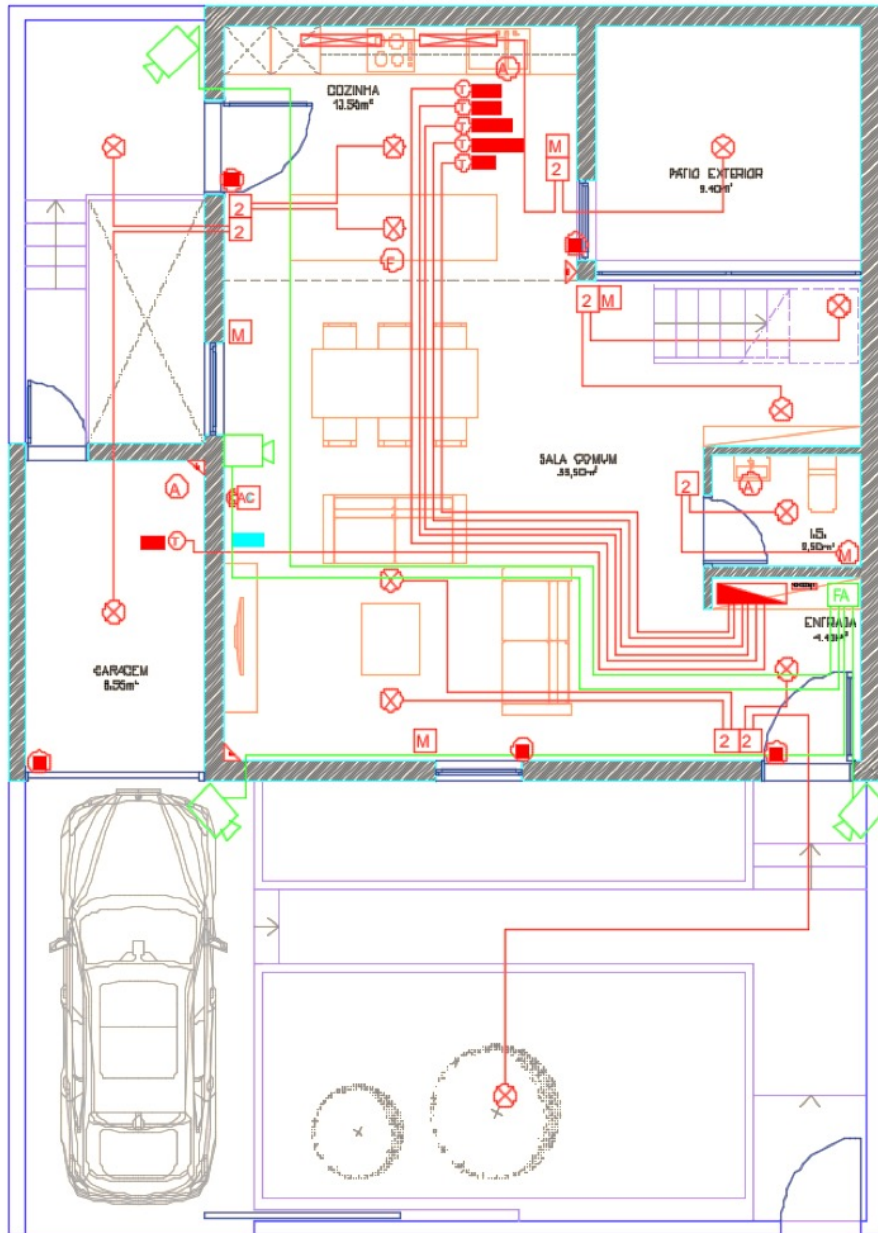
PLANTAS - P ISO -1



escala 1.100

URL: www.centralcasa.pt

Anexo C.
Plantas Z-Wave



João Pedro Gonçalves (Eng.)

Projeto de Domótica

JAN. 2016

CentralCASA - Desenvolvimento de Projecto de Domótica

local da obra:

Código interno / referência:

Cais do Lagan 224 2º Dto 4400-492 V. N. de Gaia

Rua dos Castelos - Porto

PRJ-321.16 Dina dos Reis

e-mail: projectos@centralcasa.pt

URL: www.centralcasa.pt

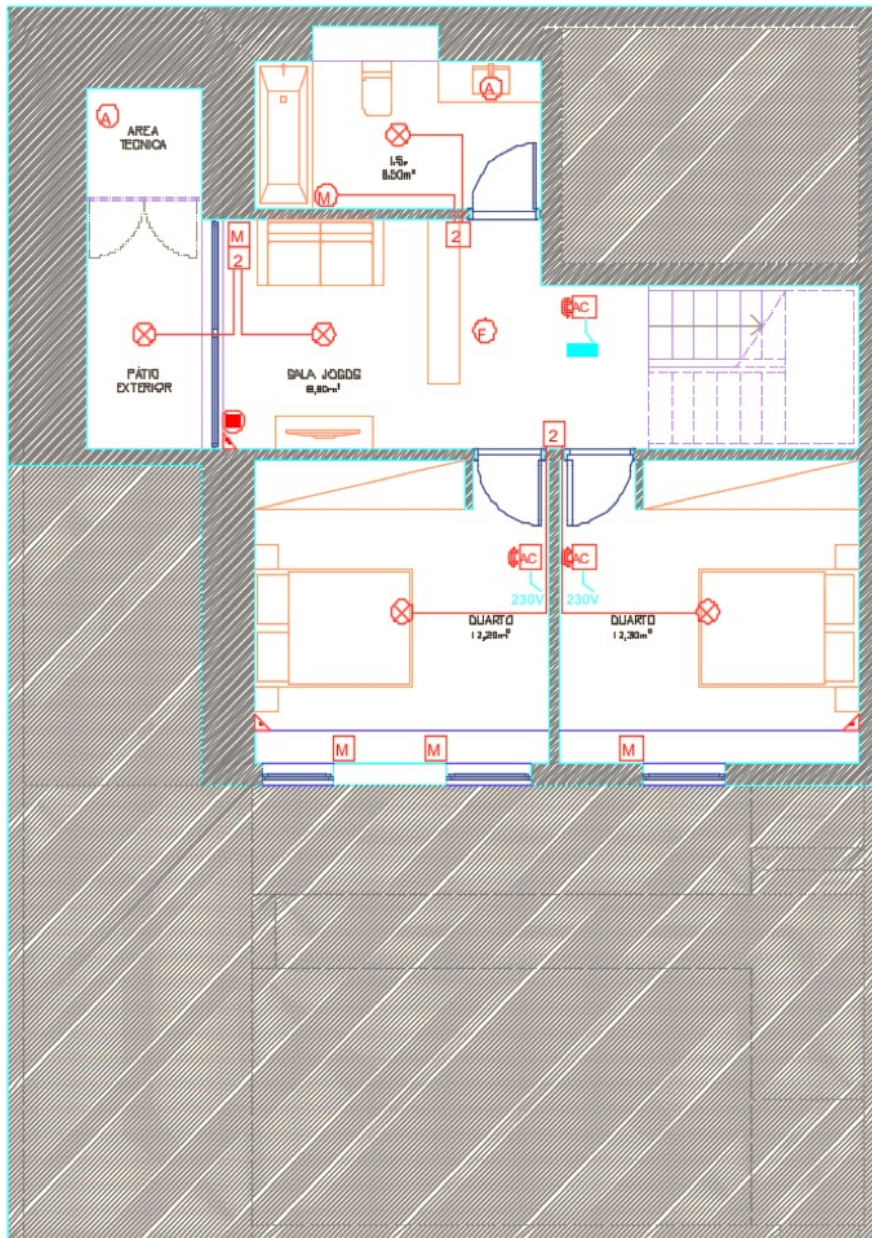


DESENHO - 01

PLANTAS - PISO 0



escala 1.100



João Pedro Gonçalves (Eng.)

Projeto de Domótica

JAN. 2016

CentralCasa - Desenvolvimento de Projeto de Domótica

local da obra:

Código Interno: requerente:

Cais do Lujan, 224 2º Dto 4400-492 V. N. de Gaia

Rua dos Casais - Porto

P.RJ.321.16

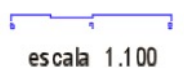
Dina dos Reis

e-mail: projetos@centralcasa.pt


















DESENHO - 01

PLANTAS - PISO 1



URL: www.centralcasa.pt

Tipo	Simbolo	Descrição	
Geral		Quadro Elétrico Geral e/ou Parcial	
		Ponto de Luz (teto)	
Z-Wave + Potência		Ponto de Luz (armários)	
		Módulo ON/OFF de 2 Canais	
		Módulo ESTORES	
		Módulo de A/C (por IV)	
		Detector de Movimento + Temperatura + Luminosidade	
		Detector de Inundação (Fugas de água)	
		Detector de Fumo (Incêndio)	
		Medidor de Energia Inteligente	
		Detector Magnético Porta/Janela	
	Vigilância		Fonte(s) de alimentação para a câmara(s)
			Câmara(s) de Vigilância
		Cabo RJ-45	
		Cabo 2 x 1mm ²	