

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



Viver em Casa

Soluções de hardware / software

Luís Filipe Rebelo Moreira

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Professor Doutor José Eduardo Neves dos Santos

Co-orientador: José Fonseca (@Mindera)

16 de Fevereiro de 2021

Resumo

Há cada vez mais pessoas que vivem sozinhas; umas porque gostam, outras por imperativos da vida. . . Esta situação está a levar ao aparecimento de novas necessidades que obrigam a sociedade a repensar o futuro e a desenvolver mecanismos e produtos que respondam de forma eficaz e eficiente a novos desafios. Como criar redes de apoio e equipamentos para uma futura geração de idosos sós? Esta é uma das perguntas que já começa a exigir respostas.

As tecnologias de informação e comunicação fazem parte das nossas vidas, facilitando inúmeras tarefas quotidianas e aumentando a qualidade da nossa existência em todos os domínios. A automatização e integração dos diferentes sistemas domóticos assume um papel muito importante na gestão das habitações, aumentando a sua autonomia, conforto e segurança, além de regular o consumo energético.

Neste trabalho, desenvolvido na Mindera e com o apoio da Ligo, foi possível conhecer e avaliar os vários protocolos associados à automação residencial, os equipamentos de domótica existentes, bem como os *softwares open source* necessários à sua implementação. Foram desenvolvidas várias soluções práticas, inovadoras e atuais, que promovem a qualidade de vida daqueles que apresentam algum tipo de deficiência ou incapacidade, mas que ainda continuam autónomos.

Foram elaborados protocolos/cenários que permitem melhorar a qualidade de vida, garantir a segurança e monitorizar à distância, algumas das atividades diárias essenciais para o bem-estar das pessoas em questão, tranquilizando os próprios e os seus familiares/cuidadores. Para cada um dos protocolos poder-se-á desenvolver um sistema de domótica adequado para esse efeito.

Tendo como objetivo a realização de uma prova de conceito, foi selecionado o protocolo da medicação supervisionada e desenvolvido um protótipo para a sua implementação. A interação entre os vários equipamentos definidos no âmbito desse protocolo necessitou de várias automações, postas em prática através da utilização do *software Home Assistant*, tendo sido obtidos resultados bastante satisfatórios.

Abstract

There is an increasing amount of people living alone nowadays; some because they like it; others due to circumstances in life. . . This is leading to the emergence of new needs that make society rethink the future and develop mechanisms and products that may effectively and efficiently respond to new challenges. How can we create support and equipment networks for the lonely elderly? This is one of the questions that is requiring some answers.

Information and communication technologies are part of our lives, making countless daily tasks easier and improving our well-being in every aspect. Automation and the integration of different home systems take a very important role in the housing management, increasing its autonomy, comfort and safety, and regulating its energy consumption.

This work, carried out at Mindera and supported by Ligo, made it possible to know and to evaluate the several protocols associated to home automation, the existing equipment, as well as the *open source software* necessary to their implementation. Several practical, innovative and current solutions boosting the quality of life of those who have some kind of disability or incapacity, but are still autonomous, were developed.

Protocols/scenarios intended to improve these people's life quality, to guarantee their safety and to monitor, at a distance, some of their basic daily activities, in order to reassure themselves and their family/carers, were devised. Developing a home automation system that is suitable for each of the protocols can be possible.

Aiming at proving this concept, the protocol of supervised medication was selected and a prototype for its implementation was developed. The interaction among the several pieces of equipment established within the scope of this protocol required some adjustments carried out through the use of the *Home Assistant software* and the results were quite satisfactory.

Agradecimentos

Ao meu mentor da Mindera, José Fonseca, por toda a sua disponibilidade e indicações fornecidas para a realização do trabalho de estágio.

Ao meu orientador, Professor Eduardo Neves dos Santos, por me apoiar na revisão do documento final da dissertação.

À Dra. Sara Cardoso, da Mindera, por todo o empenho em resolver todas as questões burocráticas relativas ao estágio.

Ao Eng. Rui Cardoso, da Ligo, pela proposta do tema do trabalho de estágio e pelos exemplos de equipamentos de domótica possíveis de utilizar.

Ao meu amigo António Ferreira, pelas sugestões pertinentes que forneceu para o desenvolvimento deste texto.

Ao meu pai, à tia Cristina, demais família e amigos, que através de palavras e ações, permitiram levar esta longa tarefa até ao final e que sempre acreditaram em mim.

E, principalmente, à minha mãe, que sempre me acompanhou em todo o meu percurso.

Um grande obrigado a todos.

Conteúdo

Resumo	i
Abstract	iii
1 Introdução	1
1.1 Contexto e Motivação	1
1.2 Estrutura da dissertação	2
2 Objetivos e propósito	3
2.1 Situação atual da indústria	4
2.2 Objetivo do projeto de estágio	6
3 Automação Doméstica	9
3.1 Domótica	9
3.2 Dispositivos utilizados	9
3.3 Arquitetura de sistemas domóticos	11
3.4 Comunicação em sistemas de domótica	13
3.4.1 Redes sem fio: comparação	13
4 Tecnologias para automação doméstica	17
4.1 Introdução	17
4.2 KNX	17
4.3 ZigBee	19
4.4 Z-Wave	20
5 Softwares Open Source	23
5.1 MisterHouse	23
5.2 HomeGenie	24
5.3 Open Source Automation	25
5.4 openHAB	26
5.5 Home Assistant	26
6 Protocolos desenvolvidos	29
6.1 Medicação supervisionada	29
6.1.1 Diagrama de estados	30
6.1.2 Esboço da planta de habitação	32
6.1.3 Equipamentos utilizados	32
6.2 Orientação noturna	34
6.2.1 Diagrama de estados	34

6.2.2	Esboço da planta de habitação	36
6.2.3	Equipamentos utilizados	36
6.3	Escada supervisionada	38
6.3.1	Diagrama de estados	38
6.3.2	Esboço da planta de habitação	40
6.3.3	Equipamentos utilizados	40
6.4	Segurança na cozinha	41
6.4.1	Diagrama de estados	42
6.4.2	Esboço da planta de habitação	44
6.4.3	Equipamentos utilizados	44
6.5	Segurança na casa de banho	46
6.5.1	Diagrama de estados	46
6.5.2	Esboço da planta de habitação	48
6.5.3	Equipamentos utilizados	49
7	Protótipo desenvolvido	51
7.1	Componentes utilizados	51
7.2	Descrição do cenário implementado	51
7.3	Configuração do sistema	52
7.4	Cenário real	56
8	Conclusões	57
8.1	Resumo do Trabalho	57
8.2	Objetivos realizados	58
8.3	Limitações e Trabalho Futuro	59
A	IEEE standards	61
A.1	Tecnologias sem fio	61
A.1.1	ZigBee	61
A.1.2	Bluetooth	61
A.1.3	Wi-Fi	61
B	Frequências mundiais Z-Wave	63
C	Programação usada	65
C.1	Ficheiro configuration.yaml	65
C.2	Ficheiro automation.yaml	66
	Referências	69

Lista de Figuras

2.1	Artigo publicado na revista eletrónica <i>pplware</i>	5
2.2	Artigo no blog da empresa TiMOTION	6
2.3	Websites de empresas que comercializam equipamentos de domótica	6
3.1	Esquema de um sistema de arquitetura centralizada	11
3.2	Esquema de um sistema de arquitetura descentralizada	12
3.3	Esquema de um sistema de arquitetura distribuída	12
4.1	Exemplo de um barramento da rede KNX	18
4.2	Aplicação do protocolo <i>ZigBee</i>	19
4.3	Tipos de topologia de rede	20
4.4	Esquema do princípio Z-Wave	21
5.1	Exemplo de interface do <i>MisterHouse</i>	23
5.2	Interface do <i>HomeGenie</i>	24
5.3	Interface do Open Source Automation	25
5.4	Interface do <i>openHAB</i>	26
5.5	Exemplo de controlos do <i>Home Assistant</i>	27
6.1	Diagrama de estados do protocolo de medicação supervisionada	31
6.2	Representação esquemática do protocolo de medicação supervisionada	32
6.3	Diagrama de estados do protocolo de orientação noturna	35
6.4	Percurso efetuado pelo idoso durante a noite	36
6.5	Diagrama de estados do protocolo da escada supervisionada	39
6.6	Representação esquemática do protocolo da escada supervisionada	40
6.7	Diagrama de estados da segurança na cozinha	43
6.8	Representação esquemática do protocolo da segurança na cozinha	44
6.9	Diagrama de estados do protocolo da casa de banho supervisionada	47
6.10	Máquina de lavar pessoas	48
6.11	Representação esquemática do protocolo da casa de banho supervisionada	49
7.1	Exemplos de notificações recebidas	52
7.2	Interface do <i>Home Assistant</i>	53
7.3	<i>Add-ons</i> incluídos na instalação	53
7.4	Inscrição na API <i>CallMeBot</i> e respetiva resposta	54
7.5	Menu Configuração do <i>Home Assistant</i>	55
7.6	Menu de validação da configuração	55
7.7	<i>Gateway</i> com a luz vermelha	56
7.8	Luz desligada quando o utente carrega no botão	56

B.1	Cobertura atual da frequência GHz da tecnologia Z-Wave® - parte 1	63
B.2	Cobertura atual da frequência GHz da tecnologia Z-Wave® - parte 2	64

Lista de Tabelas

3.1	Comparação entre tecnologias sem fio	14
6.1	Possíveis equipamentos e software utilizados no protocolo da medicação supervisionada	33
6.2	Equipamentos sugeridos para a implementação do protocolo da orientação noturna	37
6.3	Equipamentos e software sugeridos para o protocolo da escada supervisionada . .	41
6.4	Exemplos de equipamentos para o protocolo da segurança na cozinha	45
6.5	Exemplos de equipamentos utilizados no protocolo da segurança na casa de banho	50

Abreviaturas e Símbolos

API	Application Programming Interface
BCI	BatiBUS Club International
EHSA	European Home System Association
EIBA	European Installation Bus Association
ETS	Engineering Tool Software
HAB	Home Automation Bus
IF	Infrared Frequency
INE	Instituto Nacional de Estatística
IP	Internet Protocol
ISP	Internet Service Provider
NFC	Near-field communication
PDA	Personal Digital Assistant
PLC	Power Line Communication
POC	Proof Of Concept
RF	Radio frequency
SD	Storage Device
SIG	Special Interest Group
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto e Motivação

Hoje em dia, o envelhecimento é um tema de grande importância para os países industrializados, onde a tendência de crescimento desta população é elevada; esta informação é apoiada por estudos existentes, tanto realizados pelas Nações Unidas (em parceria com a Organização Mundial de Saúde) [1] como pela Comissão Europeia [2].

Facilmente, damos conta que alguns familiares ou entes queridos próximos envelheceram e estão a necessitar de apoio, surgindo assim um problema difícil de resolver. Tradicionalmente, são os familiares os prestadores de cuidados aos idosos, o que se traduz num impacto social relevante, uma vez que, sendo as famílias cada vez menos numerosas, é um dos seus elementos que tem de abdicar da sua profissão para prestar os cuidados necessários.

As novas tecnologias, para o desenvolvimento de sistemas de apoio a pessoas idosas ou com necessidades especiais, têm vindo a ser objeto de estudo das áreas da Saúde e das Tecnologias de Informação, proporcionando uma melhoria na qualidade de vida e independência das pessoas idosas e até dos seus familiares, reduzindo assim a taxa de mortalidade por falta de cuidados médicos precoces.

Uma pesquisa direcionada para as tecnologias de apoio a idosos leva-nos a verificar a existência de uma lacuna nesta área específica. Têm surgido diversos equipamentos que apoiam as atividades e a autonomia de idosos e pessoas com fraca mobilidade, mas não existem protocolos que ponham a funcionar em conjunto esses equipamentos para as necessidades do seu dia-a-dia.

O estado atual do uso da domótica no apoio a idosos está assim “reduzido” a um conjunto de equipamentos que são comercializados isoladamente e que são utilizados e instalados pontualmente na própria habitação.

Os idosos têm, no entanto, necessidades muito específicas, enfrentam uma diversidade de problemas e barreiras quotidianas quer físicas quer psicológicas, que requerem um acompanhamento muito próximo e personalizado, principalmente nas questões relacionadas com a saúde e a sua própria segurança.

É neste domínio que o presente trabalho se enquadra, já que tenta criar protocolos com o máximo de informação, que no futuro possam ser implementados por empresas de domótica, elaborados para situações específicas, pensados ao pormenor e que vão ao encontro das necessidades do idoso e, ao mesmo tempo, estabelecem uma relação direta com o cuidador.

1.2 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em 8 capítulos.

Neste primeiro capítulo, é feita uma introdução ao tema da dissertação, assim como a sua contextualização e motivação. São enumeradas ainda as ferramentas utilizadas para a concretização da mesma.

No capítulo 2, são apresentados os objetivos da dissertação e uma visão da situação atual da indústria, na área do apoio a idosos, com automação.

No capítulo 3, faz-se uma breve abordagem à domótica, apresentando os dispositivos utilizados em sistemas de domótica, a sua organização em diferentes arquiteturas e ainda as diferentes formas de comunicação.

No capítulo 4, são apresentados alguns protocolos abertos de automação doméstica.

No capítulo 5, são apresentados vários softwares de automação doméstica *open source*.

No capítulo 6, são apresentados os diferentes cenários, especialmente pensados para apoiar idosos ou pessoas com algum tipo de dependência.

No capítulo 7, apresenta-se um caso de estudo que consiste no protótipo de um dos cenários previamente elaborados.

Finalmente, no capítulo 8, estão descritas as principais conclusões e contribuições desta dissertação.

Os anexos e a bibliografia completam este documento.

Capítulo 2

Objetivos e propósito

Morar só é o objetivo de muitos que almejam ter um espaço só seu e fazer tudo segundo uma rotina própria. Por outro lado, esse sonho pode significar um verdadeiro pesadelo para muitas pessoas. Afinal, morar sozinho é perigoso?

A palavra-chave que define esse momento é *independência*. O encantamento com a possibilidade de fazer a própria vontade, muitas vezes, cega a necessidade de um alerta: prevenção e cuidados especiais.

Seja por necessidade ou pela manutenção da sua independência e privacidade, a partir de uma certa idade, viver sozinho(a) em segurança na sua própria casa, mais cedo ou mais tarde, acaba por ser um desafio cheio de obstáculos. A gradual redução de capacidades deixa o idoso e os seus familiares em constante preocupação com a eventualidade de acontecerem acidentes, não se tomar a medicação a tempo e horas, ou mesmo pelo socorro poder tardar em chegar.

Com o apoio técnico das empresas Mindera e Ligo, este projeto procura apresentar soluções que auxiliem os idosos a prolongar o tempo em que podem viver sozinhos. A falta de pessoal cuidador e os custos elevados das ofertas tradicionais, são um forte incentivo para este esforço de investigação.

As soluções para prolongar a independência de pessoas idosas, passam não só pela Emergência ou Urgência (deteção de quedas, paragem cardíaca, toma de medicação ou tensão arterial anormal), mas também pela Prevenção (controlo de rotinas, controlo de dietas ou mesmo fomentar exercício). Neste campo, há um longo caminho ainda a percorrer.

Recorrendo a tecnologias *hardware* já existentes, integradas de forma inovadora numa solução de *software*, com este trabalho, e numa colaboração conjunta com a Mindera e a Ligo, pretende desenhar-se e desenvolver um sistema de monitorização não intrusiva, que avise os familiares/cuidadores, escolhidos pela pessoa em causa, sempre que algo anormal acontecer.

2.1 Situação atual da indústria

O uso da tecnologia mudou completamente a forma de viver do Homem e a sua incorporação na habitação mostra que a automação e a inteligência artificial viabilizam o conforto diário dos seus utilizadores, independentemente da sua idade, mas de significativa importância para os idosos.

Dentre as tecnologias utilizadas atualmente, o mercado disponibiliza um leque de opções que facilita atividades diárias e que, se adotadas, fazem a vida do idoso mais prática, funcional e segura. Itens como câmaras, que podem ser controladas por uma central, *smartphone* ou *tablet* pelo responsável do idoso (entidade ou familiares), torneiras automáticas com sensores, automação de estores, portas e portões, são alguns dos exemplos facilmente encontrados, disponibilizados e comercializados. Existem também diversos serviços de atendimento médico de emergência por telefone (teleassistência), usados frequentemente por idosos que moram sozinhos. Este tipo de serviço conta, por exemplo, com um kit com uma pulseira, um relógio ou um aparelho de viva voz, que facilita o contacto com uma central, caso ocorra uma incidência.

Apesar de, na sua grande maioria, os produtos existentes terem sido criados com o intuito de satisfazer as necessidades e comodidade de uma nova geração de casas inteligentes e espaços públicos, a necessidade de apoiar os idosos e as pessoas com mobilidade reduzida ou deficiência, acabou por ser uma oportunidade que permitiu alargar o uso destes equipamentos.

A grande maioria destes dispositivos e produtos são instalados, na generalidade, em lares, residências comunitárias e condomínios comuns utilizados por idosos, uma vez que a lei assim o exige em termos de segurança e acessibilidade. A implementação das novas tecnologias de apoio a idosos em habitações próprias está ainda muito aquém daquilo que seria desejável.

Uma das grandes dificuldades que advém desta realidade é a dispersão na oferta destes equipamentos. São pensados, elaborados e comercializados de forma isolada, dificultando a sua incorporação num sistema que permita uma resposta rápida e eficaz na resolução dos problemas quotidianos da pessoa idosa. Este será mesmo o propósito que mais importa desenvolver, criar protocolos/cenários de domótica de ajuda a idosos, incorporando o que já existe disponibilizado pela indústria das novas tecnologias.

A título de exemplo, a página da revista eletrónica *pplware* [3] aconselha como apoiar idosos na sua habitação própria utilizando “produtos de domótica Xiaomi” (figura 2.1).



Figura 2.1: Artigo publicado na revista eletrónica *pplware*

Neste artigo, é sugerida a utilização de alguns equipamentos como sensores de humidade, detetores de fumo, câmara de vigilância, sensores de movimento, entre outros. No entanto, numa análise mais cuidada, constata-se que todos estes dispositivos foram criados e desenvolvidos não com o propósito de apoiar idosos nas suas dificuldades diárias, mas são desde há muito tempo utilizados em larga escala na modernização de qualquer habitação, espaço hoteleiro ou comercial. É o caso de um sistema de alarme contra intrusos ou um mecanismo para funcionamento automático de portas e portões.

Para além disso, estes produtos são comercializados de forma independente sem qualquer interação entre si, o que também dificulta a sua implementação conjunta, no caso específico do apoio a um idoso ou pessoa com incapacidade.

Uma pesquisa mais alargada na Internet de dispositivos deste género permite constatar também que grande parte das empresas segue a mesma filosofia, ou seja, faz uma publicidade “emotiva” dos seus produtos, apelando à utilização destes como suporte à qualidade e melhoria das condições de vida dos idosos (figura 2.2, fonte: [4]). No entanto, limitam-se a enumerar os materiais de que dispõem para venda, não apresentando soluções concretas de implementação de protocolos que solucionem e permitam ultrapassar barreiras quotidianas e específicas manifestadas por este grupo de pessoas.



Automação do equipamento, uma nova era para os idosos



Figura 2.2: Artigo no blog da empresa TiMOTION

A diversidade de ofertas é grande e empresas como a JUNG [5] e a REXEL [6] (figura 2.3), entre muitas outras, publicitam e oferecem produtos de conforto e segurança nas suas páginas na Internet.

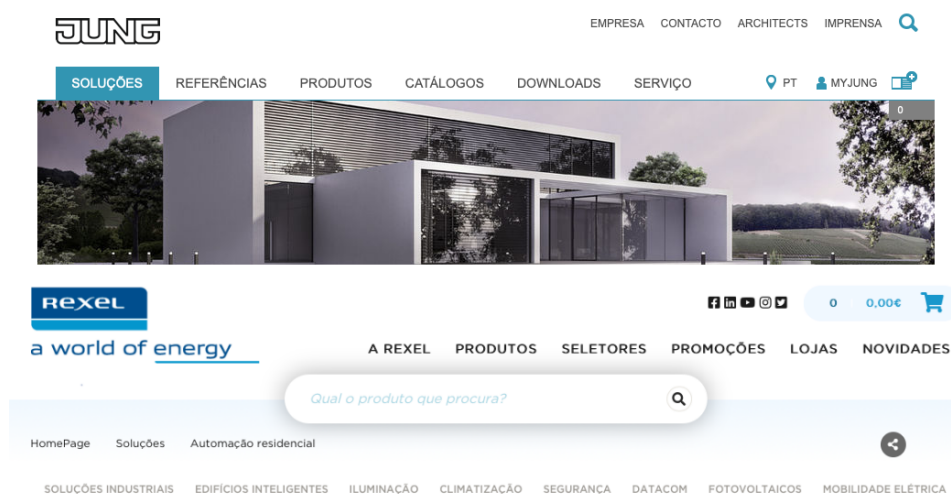


Figura 2.3: Websites de empresas que comercializam equipamentos de domótica

Mas, uma vez mais, as soluções apresentadas configuram cenários que estão longe de satisfazer as necessidades do dia-a-dia da população idosa.

2.2 Objetivo do projeto de estágio

O principal propósito desta dissertação é a elaboração de protocolos específicos de apoio a idosos, que se mantêm em habitação própria, e que possam ser implementados utilizando *hardwares* e *softwares* existentes no mercado.

Para a concretização deste objetivo, foi necessário identificar os problemas que esta população enfrenta no seu quotidiano e perante os cenários desenhados, criar soluções fáceis de implementar e manusear pelo utilizador.

No grupo de pessoas desta faixa etária, a toma de medicação ao longo do dia é elevada e variada, pelo que a sua administração e o seu controlo são muito importantes. Pensando nesta necessidade, elaborou-se um protocolo de “medicação supervisionada” sendo também este o cenário escolhido para a implementação de um protótipo.

Após identificar outras situações problema que os idosos enfrentam no seu quotidiano, elaborou-se um conjunto de protocolos que tentam minimizar os perigos a que estes estão sujeitos, por exemplo, na sua deslocação durante a noite “orientação noturna”; no acesso a outros pisos da sua habitação “escada supervisionada”; na utilização de espaços com maior risco de acidente, como cozinha e casa de banho, “segurança na cozinha” e “segurança na casa de banho”.

A elaboração dos protocolos implicou uma pesquisa, estudo e seleção dos dispositivos existentes no mercado e sua aplicabilidade a sistemas domóticos. Foi também realizada uma pesquisa sobre *softwares open source* para gestão de domótica, de forma a escolher o mais adequado.

Por fim, realizou-se um protótipo em que se pretende demonstrar o funcionamento de um dos protocolos elaborados.

Capítulo 3

Automação Doméstica

3.1 Domótica

A fusão da palavra “*domus*”, que do Latim significa casa, com a palavra “robótica”, que significa automatizar, originou o termo domótica, que é uma ciência recente responsável pela gestão de todos os recursos habitacionais. [7]

Atualmente, a domótica é uma tecnologia que utiliza simultaneamente a eletrônica e as tecnologias de informação em vários ambientes, permitindo realizar uma gestão, local ou remota, e oferecer uma vasta gama de aplicações em diversas áreas como segurança, comunicações, conforto e gestão de energia. No entanto, é importante que a tecnologia utilizada seja fácil de manusear ao utilizador comum.

Este novo conceito de automação pretende satisfazer as necessidades do Homem para realizar as suas tarefas rotineiras com o mínimo esforço possível, para além de introduzir conforto e melhoria de vida aos seus utilizadores. Apesar de a domótica ser pouco conhecida e divulgada pelo conforto e comodidades que pode proporcionar, promete vir a ter muitos seguidores face ao aumento de projetos e soluções de automatização que vão sendo criados.

Neste trabalho, é feito um estudo que pretende oferecer segurança e comodidade a pessoas que habitam sozinhas em casa, assim como dar tranquilidade aos seus familiares e/ou cuidadores que se encontrem distantes.

3.2 Dispositivos utilizados

Os sistemas domóticos utilizam vários tipos de dispositivos como sensores, atuadores, controladores, interfaces, além de dispositivos específicos, todos eles conectados por uma rede de

controlo. Atuando em conjunto de acordo com as ações lógicas definidas pelo utilizador, eles podem comportar-se de forma “inteligente” [8] [9].

- Sensores - são os equipamentos que recolhem a informação do ambiente, isto é, medem grandezas de variáveis utilizadas no controlo, como a temperatura, a luminosidade, a velocidade, a pressão, fugas de água ou de gás, entre outras. Temos como exemplos os sensores de luminosidade ou de movimento, entre outros. São considerados dispositivos de entrada, pois é através deles que a função entra no sistema.
- Atuadores - são os equipamentos que permitem alterar o estado da instalação, entre os quais se destacam os módulos de iluminação, válvulas de corte, sinalizadores, máquinas de ar condicionado, entre outros. Também são designados dispositivos de saída, pois a informação sai do sistema para o ambiente que se pretende controlar, sendo, por isso, os aparelhos que ficam encarregues de desencadear a própria ação.
- Controladores - tal como o nome indica, têm como função controlar os dispositivos e as funcionalidades da rede. Gerem a instalação e recebem a informação dos sensores transmitindo-a aos atuadores.
- Interfaces - fornecem e recebem informação do utilizador, dos quais fazem parte teclados, *tablets*, *smartphones* ou mesmo computadores.
- Dispositivos específicos - são equipamentos necessários ao funcionamento correto do sistema, como, por exemplo, os modems e os routers que permitem o envio da informação entre os diversos meios de comunicação onde viaja a mensagem.

Um dos principais fundamentos da domótica é a interação entre sensores, atuadores, funções lógicas e cenários. Por exemplo: se no final do dia a luminosidade dentro de casa diminuir, dificultando a visibilidade, as luzes da habitação acendem-se de acordo com o cenário previamente estabelecido, para que o residente se movimente em segurança.

3.3 Arquitetura de sistemas domóticos

Os vários dispositivos constituintes de um sistema de automação podem ser organizados com arquiteturas distintas. A sua classificação é feita com base no local onde se encontra a “inteligência” do sistema domótico. Vejamos algumas hipóteses:

- Arquitetura centralizada - todos os dispositivos da instalação são conectados à única central existente (figura 3.1). Esta central ou controlador tanto recebe os sinais dos sensores, como também, após o processamento dos sinais, envia os comandos aos atuadores para que executem as operações. [8]

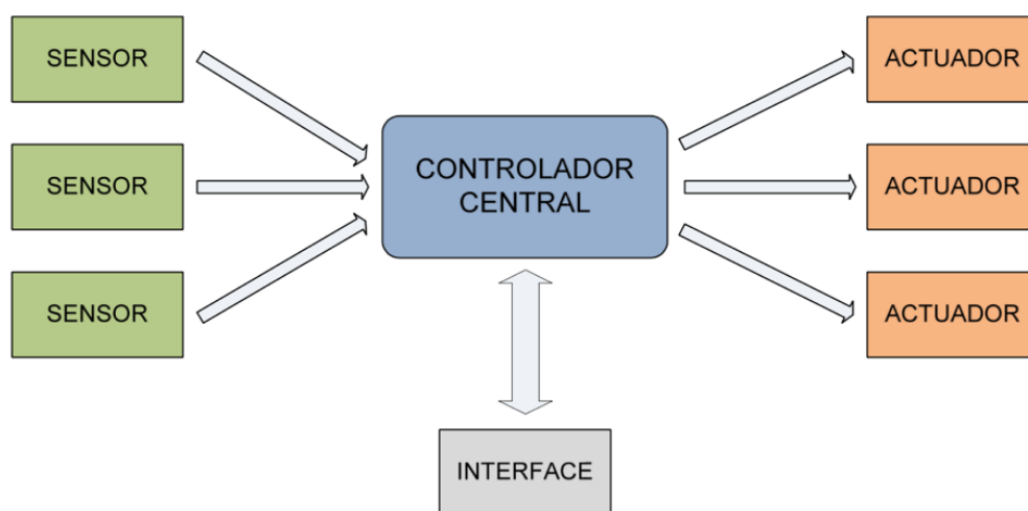


Figura 3.1: Esquema de um sistema de arquitetura centralizada

Esta situação apresenta algumas desvantagens: como o sistema de controlo é único, se ocorrer alguma falha, todo o sistema paralisa; além disso, esta instalação também não é compatível com a rede elétrica tradicional necessitando de um suporte de raiz durante a construção.

- Arquitetura descentralizada - consiste numa rede com vários equipamentos com processamento inteligente próprio que comunicam entre si (figura 3.2). Cada equipamento tem uma função específica dentro do sistema de automação. [8]

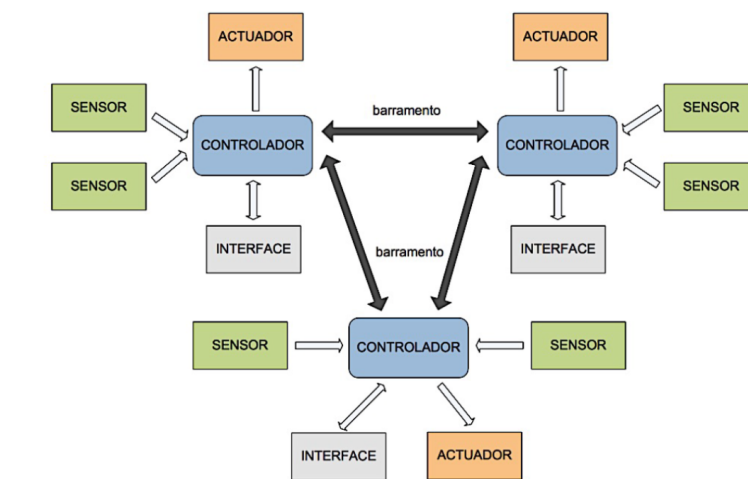


Figura 3.2: Esquema de um sistema de arquitetura descentralizada

Nesta situação, como existe mais do que um sistema de controlo, pode ocorrer uma falha num deles, sem que isso implique a paralisação completa do sistema.

- Arquitetura distribuída - os elementos constituintes do sistema estão fisicamente dispersos por todo o barramento (figura 3.3). Esta arquitetura caracteriza-se pelo facto de cada elemento, seja um sensor, seja um atuador ou simplesmente uma interface, ser também um controlador capaz de atuar e enviar informação para um barramento de dados. A utilização de atuadores é opcional.

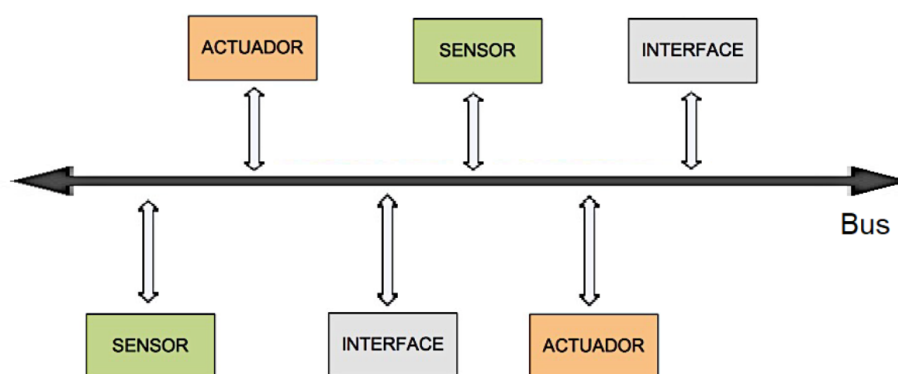


Figura 3.3: Esquema de um sistema de arquitetura distribuída

Com esta organização do sistema domótico, caso algum dispositivo deixe de funcionar, a rede não será afetada sendo também possível manter a transmissão de dados para todos os dispositivos. [9]

3.4 Comunicação em sistemas de domótica

Para que um sistema de domótica funcione, é necessário um meio para transmissão de dados entre os diversos dispositivos. A criação de inúmeros e inovadores sistemas de automação levou também ao desenvolvimento da área de comunicação entre controladores e dispositivos de campo. Os sinais podem ser transmitidos por cabo, PLC (*Power Line Communication*) ou tecnologias sem fios. [10]

As soluções por cabo necessitam de uma instalação de cabos dedicados durante a construção da habitação ou no decorrer da renovação da mesma. Estas soluções são tipicamente mais caras e, por isso, são usadas geralmente em instalações comerciais e em pouquíssimas residências de alta qualidade de construção.

A tecnologia PLC permite usar a rede elétrica simultaneamente para a transmissão de eletricidade e de dados para controlo de equipamentos. A sua principal vantagem é o facto de utilizar a infra-estrutura da rede elétrica, diminuindo os custos de instalação.

As soluções *Wireless* permitem a transferência de informação entre dois ou mais pontos não ligados fisicamente e, actualmente, apresentam o maior crescimento no mercado, pois a sua fiabilidade tem vindo a aumentar e são economicamente mais acessíveis em relação às soluções com fio. A sua aplicabilidade em habitações não requer grandes remodelações, o que justifica a maior procura por este tipo de recursos.

Estas soluções permitem facilmente instalar comandos e atuadores numa moradia, minimizando a intervenção na instalação elétrica. Aqui, estão disponíveis as ondas de rádio, de infravermelho, tecnologia *Bluetooth*, Wi-Fi e NFC (*Near-field communication*). Contudo, neste tipo de comunicações, é necessário verificar se as distâncias e obstáculos existentes não limitam a comunicação pretendida.

A gama de produtos disponíveis é muito variada e o seu custo, normalmente, é baixo, mas, por vezes, não são disponibilizados parâmetros como o estado do equipamento que se pretende controlar.

3.4.1 Redes sem fio: comparação

As tecnologias de rede sem fio incorporam sensivelmente as mesmas características apresentando contudo algumas diferenças significativas fruto do seu grande interesse pela mobilidade e automação.

É possível fazer a comparação entre redes sem fio analisando algumas características comuns, que

são apresentadas na tabela 3.1 para o *Bluetooth*, o Wi-Fi e o *ZigBee*. [8]

Tabela 3.1: Comparação entre tecnologias sem fio

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

O nome Wi-Fi resulta de uma abreviatura do termo em inglês “*Wireless Fidelity*”, mas habitualmente é muito confundido como sendo um termo genérico a todas as redes sem fio.

A entidade responsável pelo desenvolvimento desta tecnologia é a *Wi-Fi Alliance*, que nasceu em 1999 inicialmente com o nome de Weca, quando várias empresas visionárias se uniram com o objectivo de proporcionar a melhor experiência ao utilizador, independentemente da marca. Em 2000, o grupo adotou o termo “Wi-Fi” como nome próprio para o seu trabalho técnico e anunciou o seu nome oficial tal como o conhecemos hoje. [11]

Esta tecnologia é implementada em larga escala em dispositivos móveis ou fixos, como computadores de mesa ou portáteis, PDAs (*Personal Digital Assistant*), telemóveis e outros que estejam dentro do seu raio de alcance, que é algo em torno de 100 metros, classificando-a como uma WLAN (*Wireless Local Area Network*).

Permite criar redes locais sem fios para dispositivos clientes, com baixos custos de implantação e expansão, além de uma grande flexibilidade para uso nos mais diversos ambientes em substituição ou complementação às redes por cabo. Possui baixo custo de aquisição do *chipset*, que tem tendência a diminuir devido à sua crescente utilização, sendo muito confiável com dispositivos de segurança. É o mais indicado para aplicações que necessitem de áudio e vídeo, devido à sua elevada taxa de transmissão de dados (ver requisitos de memória, tabela 3.1).

No entanto, o Wi-Fi apresenta algumas desvantagens como um consumo de energia muito elevado em relação ao *ZigBee* e ao *Bluetooth* (ver vida de bateria, tabela 3.1), além de uma poluição excessiva, por ter muitos pontos de acesso para uma mesma área; tem ainda uma elevada taxa de ruído, o que pode proporcionar uma grande interferência entre dispositivos que utilizam a mesma faixa de 2,4 GHz. [12]

¹ver Anexo A

A história do *Bluetooth* começa por volta do ano de 1994, quando a empresa Ericsson investiu no desenvolvimento de uma forma de comunicação entre telemóveis e seus respectivos acessórios. O projeto atraiu a atenção de outras empresas e em 1998 foi criado o *Bluetooth SIG (Special Interest Group)*. As empresas que participaram na sua criação eram consideradas gigantes nas suas áreas e incluíam a Intel, a Ericsson, IBM, Toshiba e Nokia. Tantos setores diferentes a trabalhar para o mesmo projeto conduziram a um aperfeiçoamento da tecnologia que permite a interoperabilidade e o seu uso nos mais variados tipos de aparelhos. [13]

A projeção da tecnologia *Bluetooth* era extremamente promissora, principalmente devido ao seu baixíssimo custo de implementação e muito pequeno consumo de energia, quando comparado com outros tipos de sistemas de comunicação. No entanto, o futuro desta tecnologia ficou comprometido com a popularização das redes Wi-Fi.

Comparando os dois tipos de sistemas de rede, constatamos que existem algumas diferenças importantes:

Bluetooth vs. Wi-Fi

- O *Bluetooth* tem uma velocidade menor do que a da rede Wi-Fi, perdendo competitividade;
- As redes Wi-Fi cobrem uma distância maior do que as do sistema *Bluetooth* (ver alcance tabela 3.1). Desse modo, seriam necessários diversos pontos de acesso de *Bluetooth* para cobrir a mesma área de uma rede do tipo Wi-Fi;
- Os equipamentos e respetivos acessórios que utilizam o *Bluetooth* são, normalmente, mais económicos do que aqueles que possibilitam o uso da WLAN;
- Os chips utilizados pelo *Bluetooth* garantem um consumo de energia menor do que aqueles utilizados para a comunicação numa rede sem fio (ver vida de bateria tabela 3.1);
- A indústria do *Bluetooth* é maior, mas ainda é uma tecnologia imatura;
- O *Bluetooth* é a tecnologia mais adequada no uso de smartphones e outros acessórios.

O *Bluetooth* suporta comunicação de voz e dados, razão pela qual também pode ser estendida à comunicação “mãos livres”, muito utilizada atualmente nos automóveis e outros veículos, permitindo assim uma condução mais segura, diminuindo a possibilidade da ocorrência de acidentes. [13]

Serão desenvolvidas mais informações sobre o *ZigBee* no ponto 4.3.

Capítulo 4

Tecnologias para automação doméstica

4.1 Introdução

Com o atual desenvolvimento da domótica e a grande procura de comodidade por parte da sociedade moderna, há um investimento cada vez maior na implementação de tecnologias e sistemas de comunicação que nos permitem controlar a maioria dos equipamentos de uma moradia.

Os protocolos de automação doméstica podem ser classificados em protocolos proprietários ou abertos, dependendo da sua abertura relativamente a comunicações.

Os protocolos proprietários são sistemas exclusivos de uma empresa em que a venda de equipamentos, serviços, sustentabilidade e desenvolvimento dos mesmos apenas dependem de uma entidade, o que os torna desaconselháveis.

Por sua vez, os protocolos abertos são desenvolvidos por várias entidades, tendo assim inúmeros fabricantes e fornecedores. Este facto leva a uma dispersão da tecnologia, permitindo que o protocolo se vá aperfeiçoando pelas melhorias introduzidas por cada fabricante. A qualidade do sistema aumenta e a satisfação dos clientes também, pois, em caso de problema com o sistema, será encontrada a solução no seu fornecedor ou em qualquer outro que comercialize o mesmo protocolo. [14]

De seguida, apresentam-se alguns dos protocolos abertos de automação doméstica mais utilizados.

4.2 KNX

Em 1999, os membros da *European Installation Bus Association* (EIBA), *European Home System Association* (EHSA) e *BatiBUS Club International* (BCI), juntaram-se e fundaram a *KNX*

Association, que é responsável pelo protocolo KNX. [15]

Este protocolo mundial abrange as áreas do controlo de iluminação, estores, aquecimento, ventilação, ar condicionado, gestão, medição e monitorização de energia, sistemas de alarme e intrusão, aplicações domésticas, áudio e vídeo, entre outras (figura 4.1). A possibilidade de usar numerosos meios de transmissão ajuda à sua divulgação e, atualmente, o protocolo suporta transmissão por par trançado, radiofrequência, *Wi-Fi* e PLC.

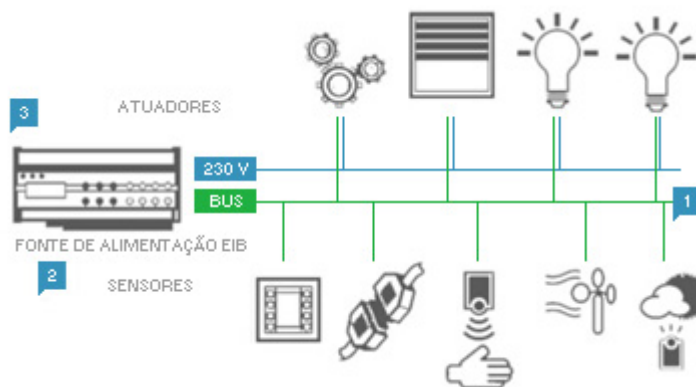


Figura 4.1: Exemplo de um barramento da rede KNX

Para além da standardização, o protocolo KNX apresenta as principais vantagens:

- obedece à Norma Internacional, logo está preparado para o futuro;
- a certificação dos produtos assegura a sua interoperabilidade e interconexão; um *software* para parametrização (ETS - *Engineering Tool Software*) único e independente;
- a possibilidade de ser usado como o único protocolo num edifício;
- a independência em relação ao *hardware* e *software*;
- o funcionamento em diferentes meios físicos;
- a sua utilização em vários tipos de edifícios;
- a capacidade de suportar diversos modos de configuração e diferentes meios de comunicação;
- a possibilidade de ser acoplado a outros sistemas.

Associado a todas estas vantagens, o KNX tem uma grande desvantagem: o custo de implementação é bastante elevado.

4.3 ZigBee

O *ZigBee*, desenvolvido pela *ZigBee Alliance*, fundada em 2002 [16] é um protocolo de rede sem fios, classificado como WPAN (redes pessoais sem fios), que possui várias qualidades como uma infraestrutura de rede mais simples e baixo consumo de energia (figura 4.2, retirada de [12]).



Figura 4.2: Aplicação do protocolo *ZigBee*

As aplicações com baixos requisitos de transmissão de dados e dispositivos com necessidades de baixo consumo energético são os principais mercados alvo destes sistemas, que incluem o 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.

A utilização de diversas topologias de rede, estrela e malha, (figura 4.3, fonte: [17]) permite ao *ZigBee* uma grande flexibilidade com a capacidade de 65000 nós, além de possuir um pequeno tempo de ligação e uma rápida transição para o modo de funcionamento, o que faz com que o protocolo apresente um baixo nível de latência. [18]

Normalmente, usa-se a topologia de malha, que permite, de um modo simples, ultrapassar o alcance reduzido de cada dispositivo. [16] Este protocolo é ideal para remodelações e expansões em moradias, quando o fator preço é decisivo.

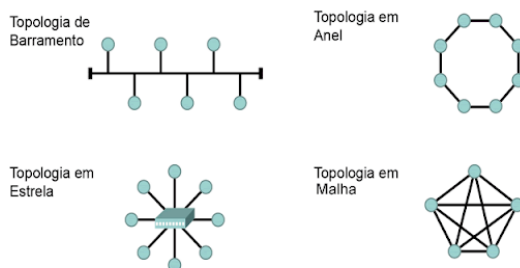


Figura 4.3: Tipos de topologia de rede

Quando se compara este protocolo com as restantes tecnologias sem fios que mais dele se aproximam, o *Bluetooth* e o *Wi-Fi*, verifica-se que o *ZigBee* possui vantagens, pois permite utilizar uma maior quantidade de nós e tem um tempo de vida muito superior. Estas, por sua vez, são mais indicadas para a transmissão multimédia devido à sua elevada taxa de transmissão de dados.

A principal desvantagem do *ZigBee* assenta na baixa taxa de transferência de dados, o que, mesmo para aplicações simples, inviabiliza certas ações que necessitam de uma taxa de transferência mais elevada do que as que este realmente possui. [18] Outro fator menos interessante do *ZigBee* é o seu catálogo reduzido, não havendo tantas opções como para outros sistemas de automação doméstica.

4.4 Z-Wave

O protocolo *Z-Wave*, inicialmente, foi desenvolvido por dois engenheiros dinamarqueses que fundaram a empresa *Zen-Sys* no final da década de 1990. Com o dinamismo crescente do mercado da domótica, em 2009, a *Zen-Sys* foi comprada pela *Sigma Designs*, que atualmente desenvolve e comercializa o referido protocolo para controlo residencial. [19] Trata-se de uma tecnologia de comunicação de radiofrequência sem fio projetada para aplicações de controlo e leitura de estados em ambientes residenciais e comerciais leves.

É um protocolo de baixo custo, totalmente sem fios, podendo ser implementado em qualquer estrutura, nova ou antiga, sem exigências ao nível de infra-estrutura prévia. O utilizador pode elaborar inicialmente um sistema com um único dispositivo e acrescentar os que pretender, consoante a sua conveniência, até um máximo de 232 por rede, sendo ainda possível acoplar várias redes se necessário. No entanto, para soluções que necessitem de mais de 30 dispositivos, a solução *Z-Wave* torna-se mais cara do que um sistema de cabo. [8]

Utiliza uma tecnologia digital bidirecional e uma arquitetura de rede em malha, vulgarmente designada rede “*mesh*”, podendo o controlo ser feito dentro e fora do espaço, através da Internet

Capítulo 5

Softwares Open Source

Atualmente, existem muitos *softwares* de automação residencial disponíveis no mercado, mas têm todos um preço muito elevado, o que torna difícil para o utilizador normal configurar um sistema de automação doméstica. Além do custo, esses programas são muito restritos. Os utilizadores são obrigados a usar apenas o *hardware* que é suportado, sem grande possibilidade de expansão do sistema, ficando à mercê da companhia de *software* para desenvolver novas interfaces.

Open source é um termo inglês que significa código aberto. É um programa informático disponibilizado com uma licença de código aberto que possibilita que qualquer um o estude, modifique e utilize para qualquer finalidade e sem qualquer custo. [21]

5.1 MisterHouse

Este *software* é um programa de automação residencial de código aberto que utiliza a linguagem Perl. Corre no *Windows* e na maioria das plataformas mais recentes, como o *Linux* e o *Mac OSX*. Pode interagir com muitos protocolos de automação doméstica diferentes, incluindo *X10*, *Z-Wave*, *Insteon*, entre outros, além de ter uma capacidade quase ilimitada de expansão usando módulos de código do utilizador. Pode ainda ser utilizado em telemóveis com servidor *iOS* ou *Android*.



Figura 5.1: Exemplo de interface do *MisterHouse*

O *MisterHouse* é, possivelmente, o *software* de automação residencial com mais recursos, embora possa ser também um pouco mais difícil para um novo usuário aprender. [22] Um exemplo de interface do *MisterHouse* é apresentado na figura 5.1, fonte: [23].

5.2 HomeGenie

Este *software* de automação residencial é totalmente personalizável, fácil de usar por todos, além de muito poderoso e cheio de recursos. Projetado numa base multi-padrão, permite fazer interface com vários protocolos como *X10*, *Insteon*, *Z-Wave*, *Philips Hue*, *KNX*, comunicar com serviços web externos, integrando tudo num sistema de automação comum. Isto significa que, mesmo utilizando padrões diferentes dentro do *HomeGenie*, é possível controlar e automatizar todos os “módulos” para funcionar em conjunto.

O editor de programas incorporado suporta o *Javascript*, o *Python*, o *Ruby* e a linguagem *C#*, pelo que o utilizador pode usar a sua linguagem preferida para introduzir novos dispositivos e serviços. Possui ainda uma moderna interface de utilizador da web integrada (ver figura 5.2), podendo ser consultado a partir de qualquer PC, *smartphone* ou *tablet*. [24]



Figura 5.2: Interface do *HomeGenie*

O *HomeGenie* tem várias funcionalidades, tais como:

- Reproduzir música, imagens e vídeos de qualquer servidor para a TV, PC e dispositivo móvel;
- Criar cenários de iluminação com a ponta dos dedos e modelar a inteligência da casa sem limites usando o editor de programa incluído;
- Compreender linguagem natural da fala para ativar cenários e dispositivos de controlo;

- Utilizar um controlo remoto IF ou RF como um atalho para ativar cenários e dispositivos de controlo;
- Analisar dados de sensores e serviços externos como luminância, temperatura, humidade, vento, chuva, consumo de energia e outros parâmetros;
- Expandir facilmente, quando as APIs integradas não são suficientes, usando as classes auxiliares incluídas.

5.3 Open Source Automation

Este projeto permite a comunicação entre muitas tecnologias populares de automação residencial de forma a que todas possam interagir umas com as outras onde normalmente não o fariam. Como se trata de um *software* que suporta vários protocolos tais como *Z-Wave*, *X10*, *Insteon*, *Bluetooth*, entre outros, torna possível que projetos de automação residencial separados, como sensores de movimento *X10*, luzes *Insteon*, sensores de temperatura sem fio e telefones *Bluetooth* interajam perfeitamente entre si.

O *Open Source Automation* está associado à automação residencial, mas tem muitas aplicações práticas fora de casa. É usado para monitorizar a segurança numa empresa, os stocks de um armazém, sistemas de alimentação e monitorização de animais numa herdade. As suas possibilidades são infinitas, sendo limitadas apenas pela imaginação de cada um, conforme se pode constatar no painel apresentado na figura 5.3. [25]



Figura 5.3: Interface do Open Source Automation

5.4 openHAB

O *openHAB* (*Home Automation Bus*) é um *open source* de automação residencial que funciona como o centro de uma casa inteligente, integrando diferentes sistemas e tecnologias de automação numa única solução, apresentando-se como uma ferramenta muito flexível para realizar quase todos os desejos do utilizador.

Com uma arquitetura de ligação fácil, o *openHAB* suporta mais de 200 tecnologias e sistemas diferentes e milhares de dispositivos. Possui um mecanismo poderoso e flexível para implementar diferentes cenários, com *triggers* (acionadores), *scripts* (guiões), ações, notificações e controlos de voz baseados em tempo e eventos. Além disso, é compatível com diversas plataformas como *Linux*, *Mac OSX*, *Windows*, *Raspberry Pi*, sendo ainda acessível através de apps móveis, tais como *iOS* e *Android*, entre outras. [26]

O menu principal do *openHAB* é constituído por blocos vinculados aos vários painéis de controlo da habitação (figura 5.4, fonte: [27]) e por um ícone que permite alternar entre o modo de execução e o modo de edição (o símbolo de engrenagem no canto superior direito).

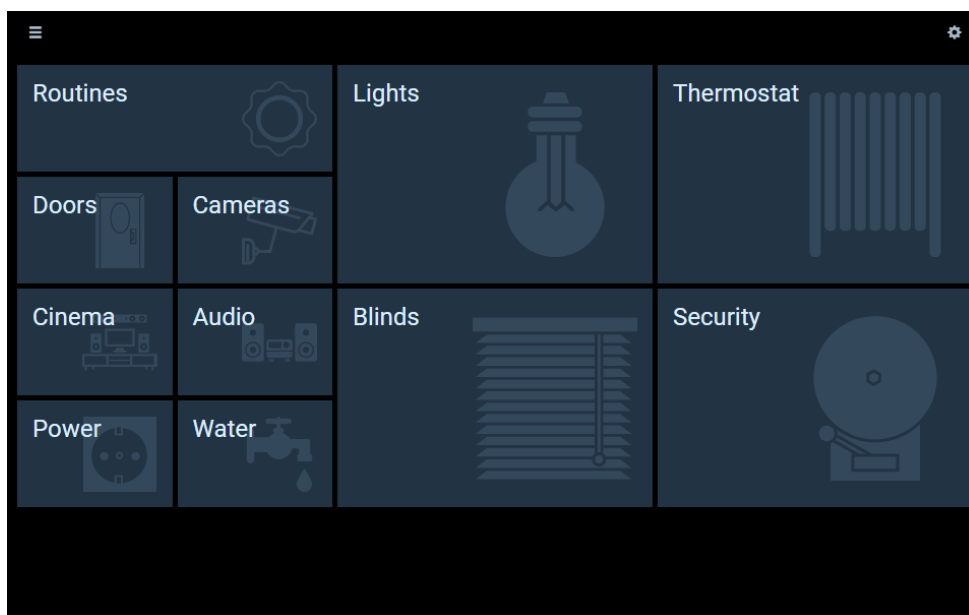


Figura 5.4: Interface do *openHAB*

Este *software* é projetado para ser absolutamente independente do fornecedor.

5.5 Home Assistant

Tal como os outros *softwares* referidos anteriormente, o *Home Assistant* tem como função automatizar a casa o melhor possível. É uma plataforma *open source* escrita em *Python* que permite o controlo de dispositivos inteligentes direccionados para a domótica, ou seja, é responsável

por “enviar” as ordens a todos os equipamentos inteligentes que estão ligados a ela (figura 5.5, fonte: [28]).

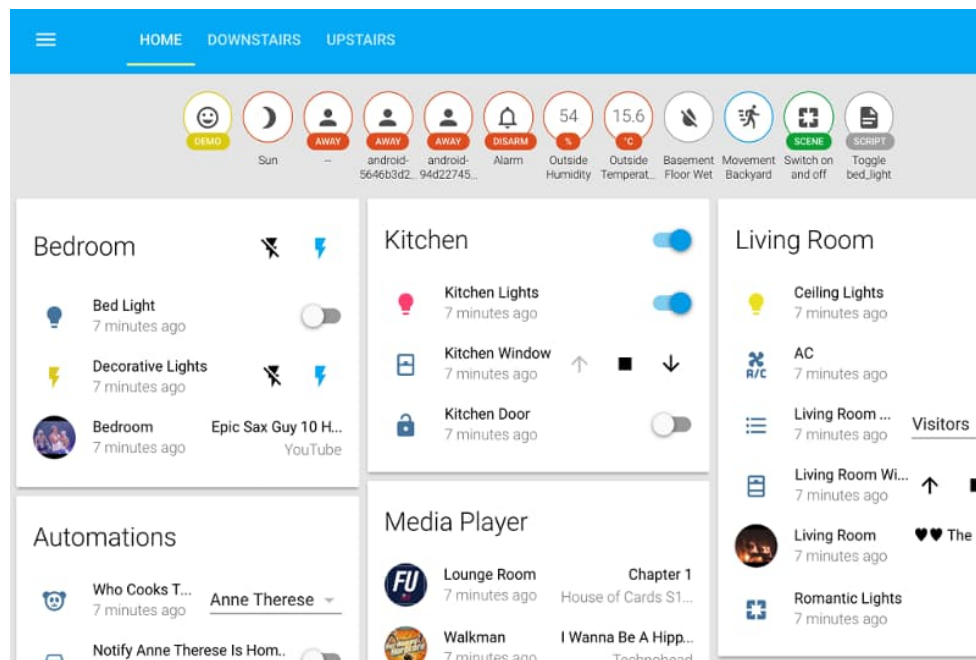


Figura 5.5: Exemplo de controlos do *Home Assistant*

O *Home Assistant* é de fácil instalação e destaca-se por ter uma grande comunidade participativa, o que contribui para o desenvolvimento de componentes para as mais variadas funcionalidades. Atualmente, já existem mais de 500 componentes oficiais disponíveis, desde controladores de luzes a tomadas, câmaras IP, localizadores, sensores de monitorização, controlo de leitores de DVD, portões de garagem, entre muitos outros. É compatível com sistemas operacionais como *Linux*, *Mac OSX* e *Docker*, podendo ser integrado com protocolos de automação residencial como *Z-Wave*, *Zigbee*, dispositivos *Wi-Fi* e *IR* e *Bluetooth*. Também tem acesso fácil quer utilizando uma interface da web, quer uma aplicação *iOS* ou *Android* para o telemóvel. [29]

Capítulo 6

Protocolos desenvolvidos

Neste capítulo, são apresentados os protocolos elaborados no trabalho de estágio para diferentes cenários especialmente pensados para apoiar idosos ou pessoas com alguma dependência, mas com vontade de viver na sua própria habitação mesmo quando estão sós.

Cada protocolo foi identificado com um nome que indica a intenção do que se pretende pôr em prática em cada um.

6.1 Medicação supervisionada

A memória e a função cognitiva em adultos mais velhos diminuem gradualmente com a idade, levando a que muitas pessoas idosas sofram de perda de memória severa e mesmo demência. Esta perda de funcionalidade cognitiva pode atrapalhar a sua vida diária e até mesmo, por vezes, ser perigosa.(pág. 15 [30])

Tomar os medicamentos à hora certa e nunca esquecer de os tomar é uma das necessidades mais importantes no dia-a-dia dos mais velhos. A falta de memória, a distração com várias atividades ou mesmo a existência de uma doença mais grave, por exemplo Alzheimer, levam a que, às vezes, a medicação seja esquecida ou tomada à hora errada.

Para evitar que esta situação aconteça, elaborou-se um protocolo que utiliza uma *gateway* com luz RGB *Wi-Fi* e que também possui sinal sonoro, que liga a uma hora pré-definida com diferentes cores para lembrar a toma da medicação, um botão *Wi-Fi* que desliga a luz e estabelece contacto com o cuidador e um *software* que permite a programação da situação em causa.

Para o sucesso do protocolo, a medicação deverá ser previamente selecionada e colocada em caixas com diferentes cores (ex: caixa vermelha - medicação a tomar ao pequeno-almoço; caixa

verde - medicação a tomar ao almoço; caixa azul - medicação a tomar ao jantar), de modo a facilitar a tarefa ao utilizador.

6.1.1 Diagrama de estados

Para a definição base do protocolo, foi elaborado um diagrama de estados atendendo à seguinte sequência:

- Passo 1: À hora do pequeno-almoço, a lâmpada RGB acende com a luz vermelha;
- Passo 2: O idoso reconhece o sinal e sabe que tem de tomar a medicação do dia que se encontra na caixa vermelha;
- Passo 3: Após a toma da medicação, o idoso deve carregar no botão *Wi-Fi* que desliga a luz e, simultaneamente, o cuidador recebe essa indicação;
- Passo 4: No caso de o utilizador não carregar no botão, surge um sinal sonoro ao fim de uns minutos para o lembrar de que ainda não cumpriu a tarefa desejada;
- Passo 5: Caso o idoso continue a não pressionar o botão ao fim de um certo tempo, o cuidador recebe um sinal que o informa do que está a acontecer;
- Passo 6: Os passos de 1 a 5 repetem-se com a lâmpada a acender na cor verde e azul, respetivamente às horas do almoço e do jantar;
- Passo 7: Se for introduzido um outro medicamento para ser ingerido noutra hora (X), o sistema pode ser alargado programando a lâmpada para acender a uma cor diferente.

A figura 6.1 ilustra esquematicamente o protocolo descrito.

Nota adicional: Este protocolo pode melhorar significativamente se as caixas de medicação utilizadas só abrirem uma vez em cada dia, impedindo assim o utilizador de repetir a medicação.

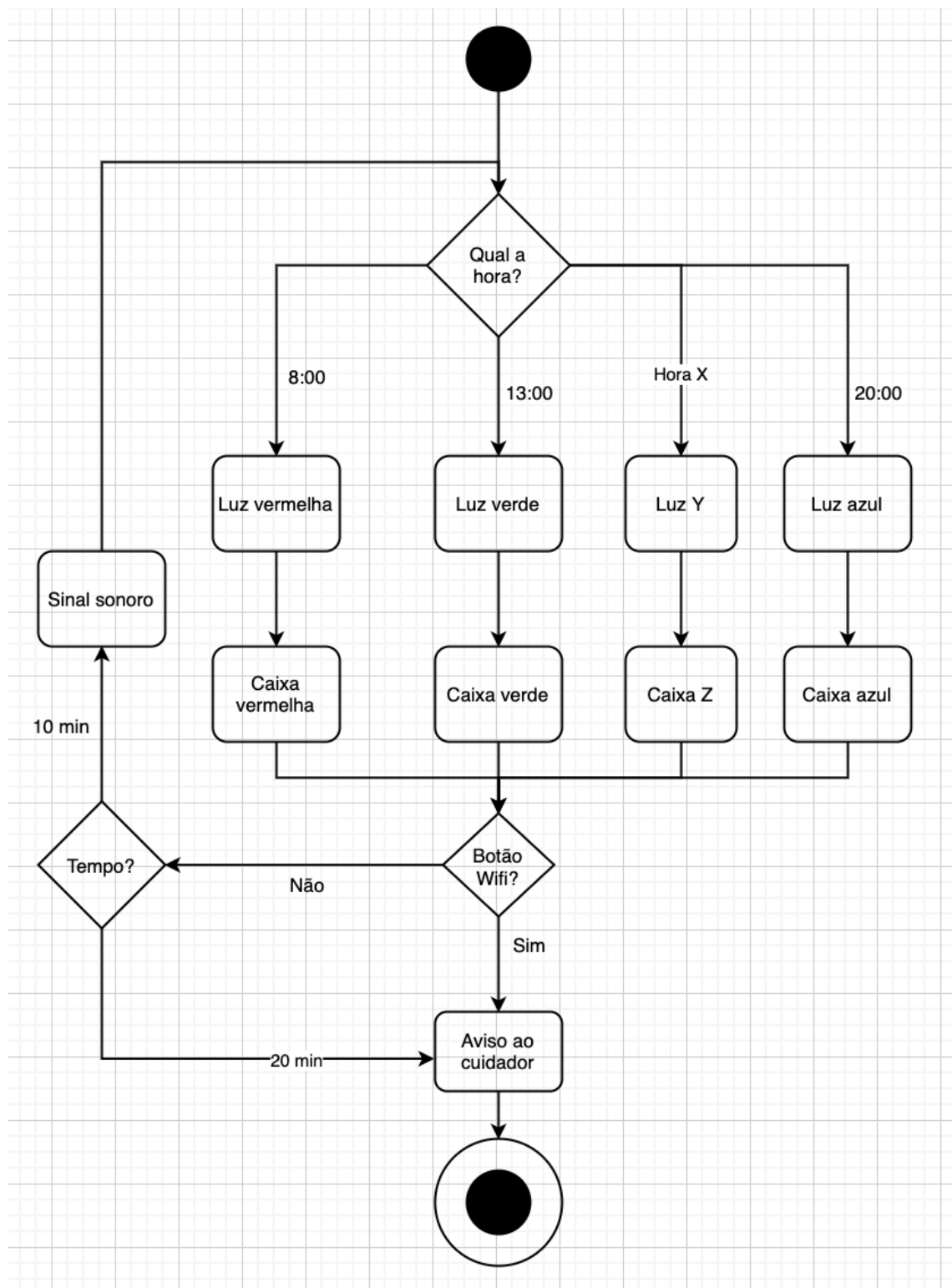


Figura 6.1: Diagrama de estados do protocolo de medicação supervisionada

6.1.2 Esboço da planta de habitação

A figura 6.2 mostra uma possível localização dos equipamentos utilizados para a implementação do protocolo.

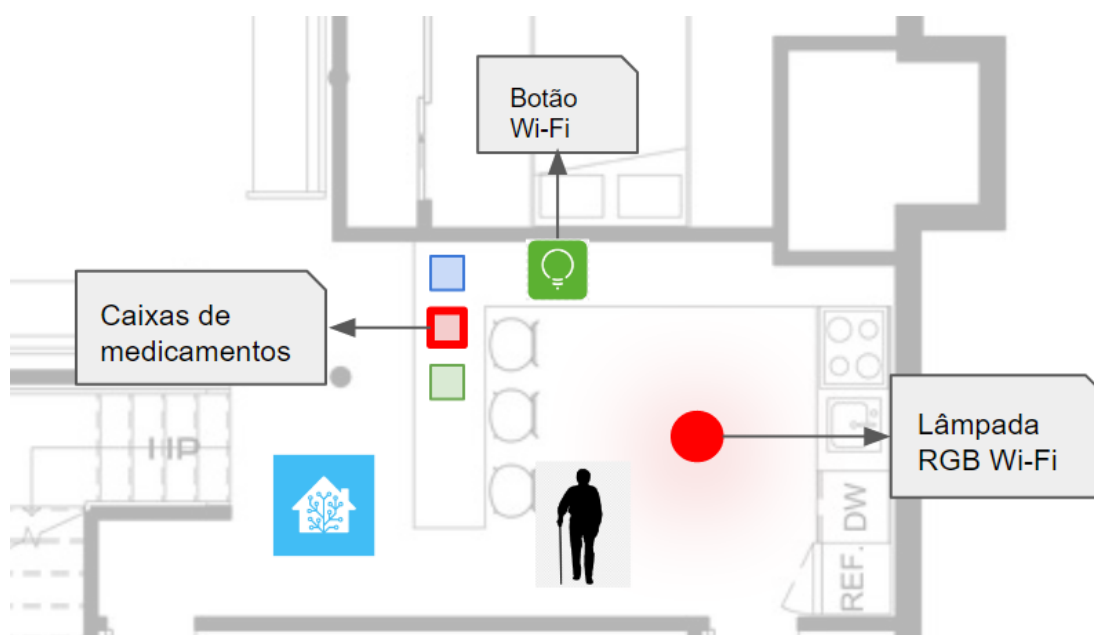


Figura 6.2: Representação esquemática do protocolo de medicação supervisionada

A lâmpada deverá ser colocada num local de boa visibilidade, e na eventualidade do utente ser invisível ou se encontrar frequentemente noutra cômoda da habitação (de onde a lâmpada não seja visível), pode ser adicionado também um sinal sonoro que alerte para a toma da medicação.

6.1.3 Equipamentos utilizados

Apresenta-se, de seguida, um sumário de equipamentos acessíveis ao público em geral (tabela 6.1) que podem ser usados e combinados de forma a implementar o protocolo descrito.

Tabela 6.1: Possíveis equipamentos e software utilizados no protocolo da medicação supervisionada

Caixas	
Caixa de medicação semanal de diferentes cores [31]	
Gateway	
Gateway com luz RGB Wi-Fi da marca Xiaomi [32]	
Botão	
Botão Wi-Fi da marca Xiaomi [33]	
Software	
Home Assistant [34]	

6.2 Orientação noturna

Os idosos, normalmente, dormem pouco e têm tendência a levantar-se da cama várias vezes, durante a noite. Como a sua visão também já é reduzida, o perigo de queda é grande, pelo que se torna necessário iluminar as diferentes divisões da casa por onde ele se movimenta.

Este protocolo tem como principal objetivo prevenir esta situação, ligando e desligando as luzes da casa à medida que o idoso se desloca, dando especial relevância ao percurso entre o quarto e a casa de banho que habitualmente é muito utilizada durante a noite. Para isso, distribuem-se sensores de movimento por toda a habitação, que vão comandar uma luz de presença no quarto, uma faixa de luzes RGB situada ao nível do chão na sala/corredor e a luz da casa de banho, iluminando o trajeto pretendido.

Assim, é possível aumentar a segurança do utilizador, pois, com a iluminação a funcionar de forma automática, a probabilidade de queda é largamente diminuída.

6.2.1 Diagrama de estados

O diagrama de estados elaborado para a orientação noturna consta dos passos que se seguem:

- Passo 1: O idoso acorda durante a noite com necessidade de ir à casa de banho;
- Passo 2: O sensor de movimento colocado no quarto atua, assim que ele se levanta da cama, acendendo uma luz de presença que permite ver todo o espaço;
- Passo 3: Quando ele sai do quarto, um novo sensor atua sobre uma faixa de luzes RGB instalada ao nível do chão da sala/corredor, que ilumina o percurso a seguir até à casa de banho;
- Passo 4: Na casa de banho, existe outro sensor que liga ou desliga a luz consoante deteta ou não a presença da pessoa;
- Passo 5: No regresso ao quarto, os sensores detetam o movimento inverso e vão gradualmente desligando as luzes até a pessoa se voltar a deitar em segurança;
- Passo 6: A presença de um sensor de luminosidade no quarto permitirá que o circuito arranque apenas quando necessário (final do dia no Inverno ou durante a noite).

Os passos descritos são ilustrados na figura [6.3](#)

Nota adicional: Distribuindo pela casa vários sensores de movimento, é possível que a iluminação de toda a habitação seja comandada pela deslocação do próprio habitante, facilitando a utilização da mesma por idosos com dificuldades de locomoção e/ou que não tenham as mãos disponíveis para utilizar interruptores (por exemplo, idosos com canadianas), além de que este processo também permite economizar energia.

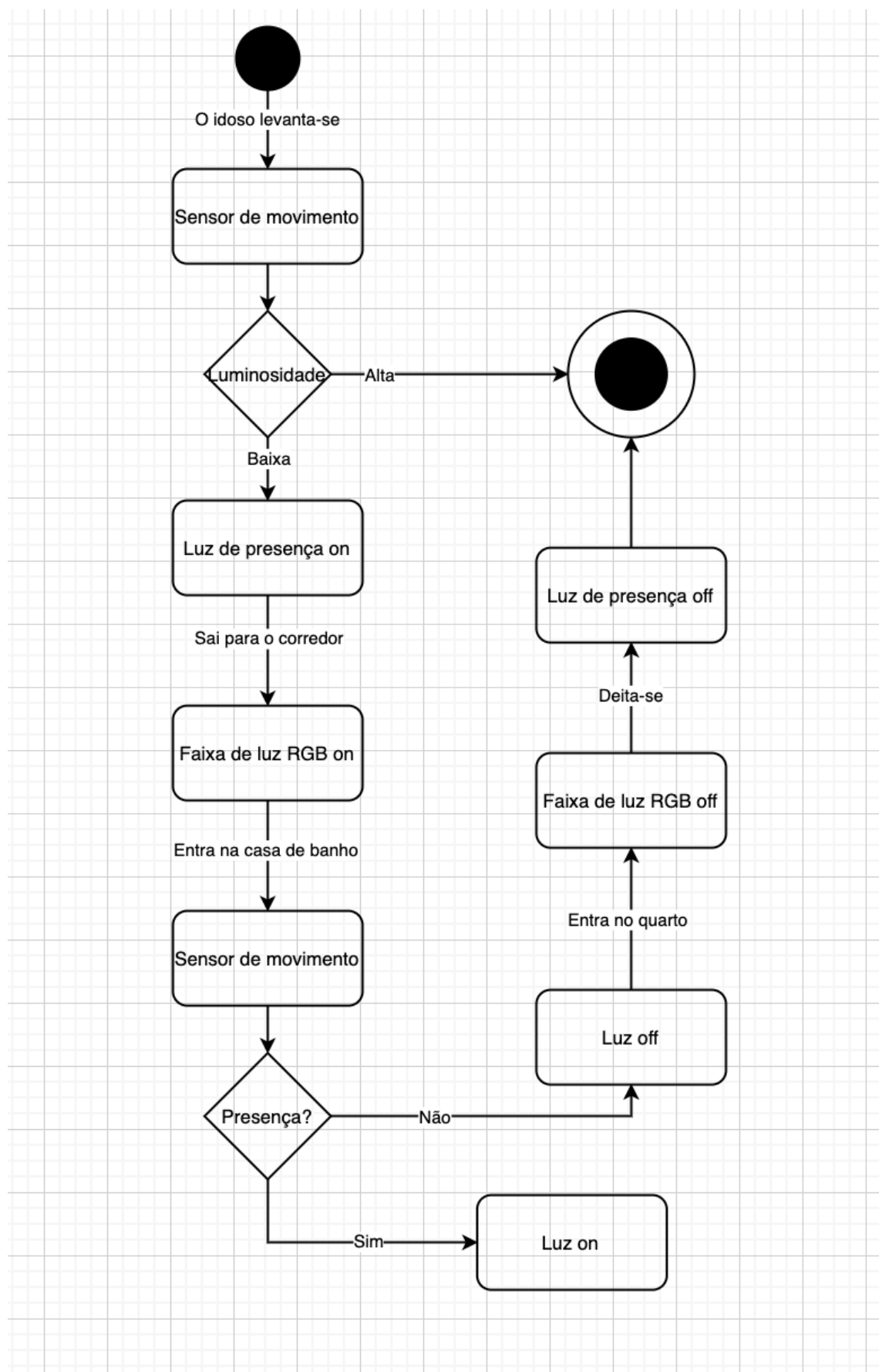


Figura 6.3: Diagrama de estados do protocolo de orientação noturna

6.2.2 Esboço da planta de habitação

A figura 6.4 mostra uma possível localização dos equipamentos utilizados para a implementação do protocolo.

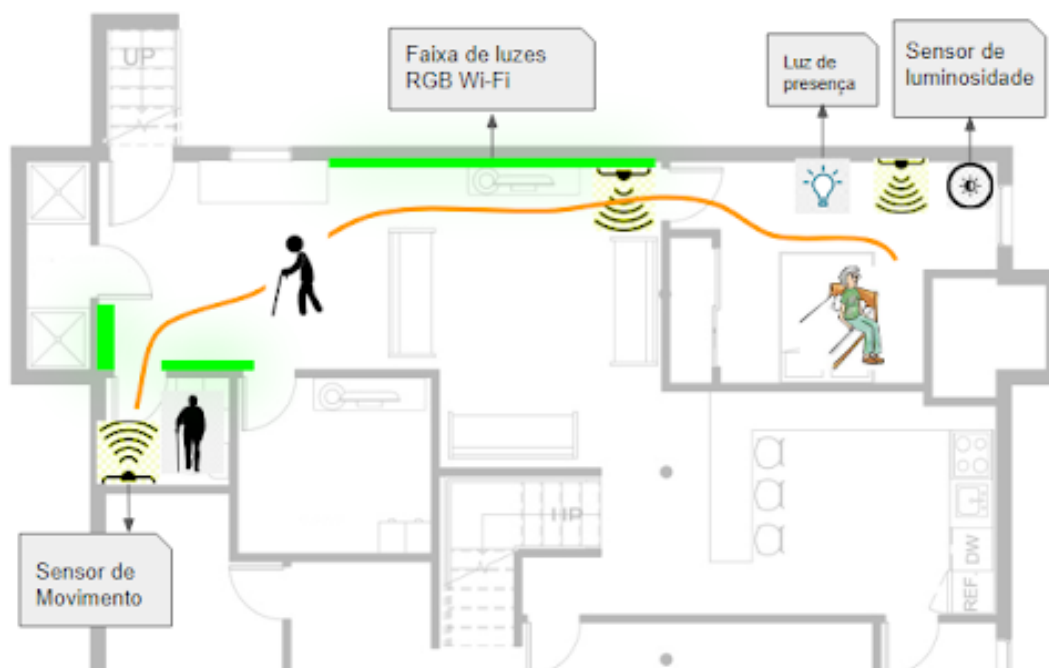


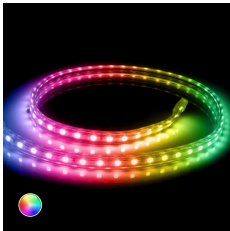
Figura 6.4: Percurso efetuado pelo idoso durante a noite

Neste protocolo, pretende-se iluminar o trajeto a percorrer desde o quarto até à casa de banho. Para evitar a necessidade de ativação de interruptores, colocam-se em locais adequados diversos sensores que detetam a presença do utente, ligando e desligando as luzes se necessário, uma vez que o sensor de luminosidade aciona os restantes sensores apenas em caso de necessidade.

6.2.3 Equipamentos utilizados

Atendendo ao protocolo elaborado, apresentam-se na tabela 6.2 várias sugestões de equipamentos para a sua implementação.

Tabela 6.2: Equipamentos sugeridos para a implementação do protocolo da orientação noturna

Luz de presença	
Peça <i>Wall Light Nightlight Sensor</i> 220 V [35]	
Luzes LED	
Faixa de luzes LED RGB <i>Wi-Fi</i> [36]	
Sensor de movimento	
Sensor de movimento Xiaomi [37]	
Sensor de luminosidade	
Sensor de luz inteligente da marca Xiaomi [38]	

6.3 Escada supervisionada

As habitações com vários andares que possuem escadas são propícias à ocorrência de quedas, especialmente quando os moradores têm crianças, pessoas idosas ou que apresentam problemas de locomoção. As quedas são uma das principais causas de lesões e morte entre os idosos. Cerca de 47% das pessoas que sofrem uma queda necessitam de apoio externo para se levantarem (pág. 13 [30]).

A finalidade deste protocolo consiste em supervisionar escadas “perigosas”, de forma a que o cuidador possa prestar auxílio aos acidentados o mais rapidamente possível, evitando o agravamento da situação. No caso de pessoas idosas que vivem sós na sua própria casa, um acidente deste tipo pode ser fatal, mas se for socorrido num curto espaço de tempo, sendo transportado para o hospital ou prestado qualquer outro auxílio médico, o problema poderá ser minimizado ou facilmente resolvido.

Para desenvolver este protocolo, pode utilizar-se uma câmara de vigilância com sensor de movimento inteligente, instalada na parede, que permita a visualização de toda a escada e o acesso à imagem via *Wi-Fi*, para que os cuidadores acompanhem à distância no seu dispositivo móvel, se o utilizador está bem ou se têm necessidade de agir, contribuindo para o bem-estar e tranquilidade de todos.

6.3.1 Diagrama de estados

Na elaboração deste protocolo, considerou-se uma habitação com escada de acesso à cave, relativamente estreita e muito utilizada pelos moradores, sendo considerados os seguintes passos:

- Passo 1: Instalar uma câmara de vigilância de forma a que esta possibilite a visão total da escada;
- Passo 2: Quando a escada é utilizada normalmente, não é enviado nenhum sinal de alerta;
- Passo 3: Se o utilizador, por alguma razão, ficar imóvel alguns minutos na escada, prosseguindo em seguida a marcha, também não é enviado qualquer sinal de alerta;
- Passo 4: Se o utilizador permanecer imóvel durante bastante tempo (pode ter ocorrido uma queda), o cuidador recebe um sinal de alerta no seu dispositivo móvel para que verifique o que aconteceu;
- Passo 5: O cuidador consegue aceder à imagem da escada para decidir qual a atitude a tomar sempre que quiser.

A situação descrita é representada na figura 6.5.

Nota adicional: Este protocolo pode ser melhorado, se o utilizador transportar consigo um pingente, muito útil para entrar em contacto com o cuidador sempre que quiser e onde quer que esteja. Mesmo no caso de a queda o impossibilitar de o fazer (desmaiou), ele continuará protegido,

pois o cuidador recebe o sinal de alerta a partir do pingente e também a partir do protocolo criado, que lhe permite visualizar a situação concreta.

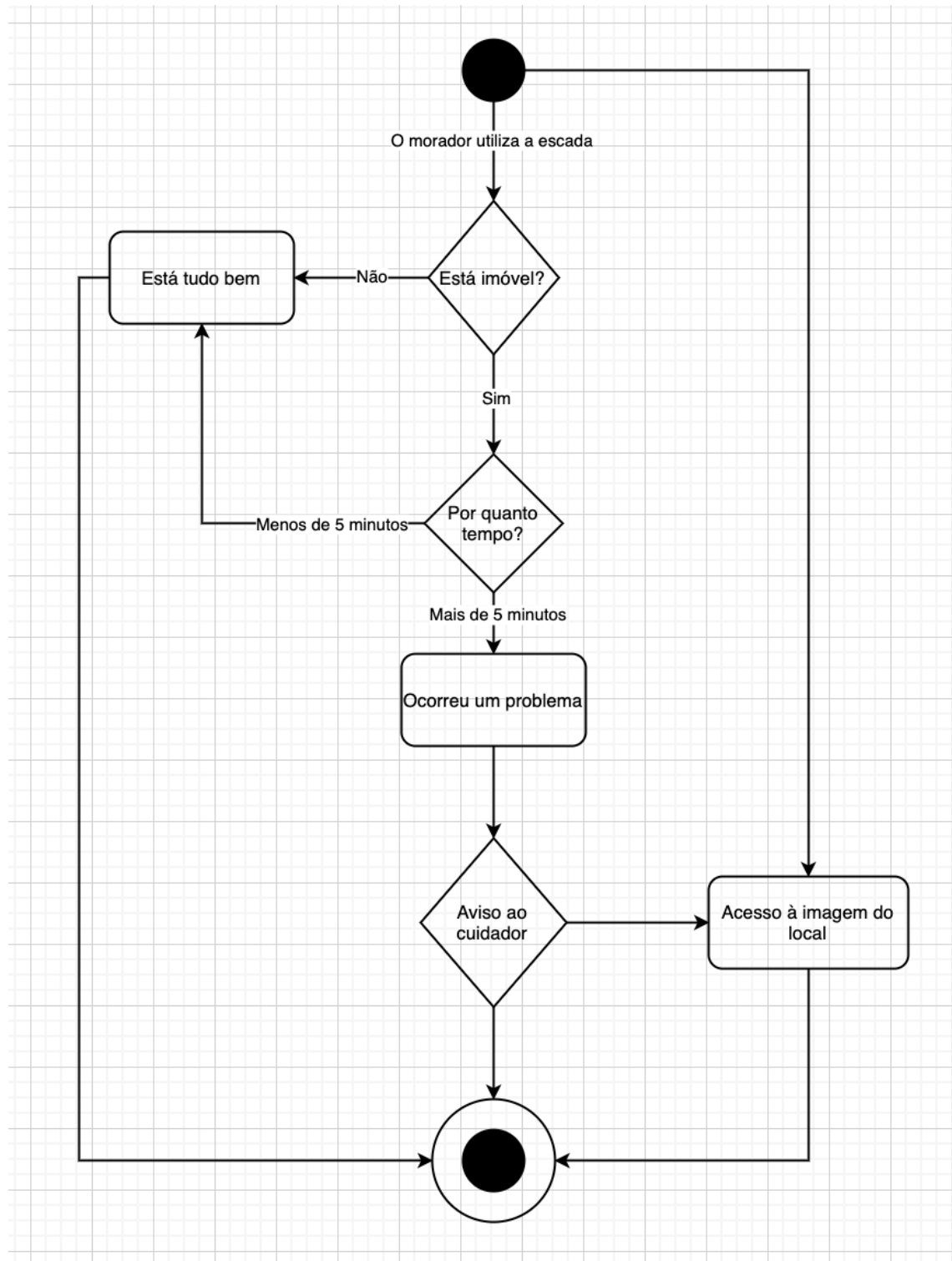


Figura 6.5: Diagrama de estados do protocolo da escada supervisionada

6.3.2 Esboço da planta de habitação

A figura 6.6 mostra uma possível localização dos equipamentos utilizados para a implementação deste protocolo.

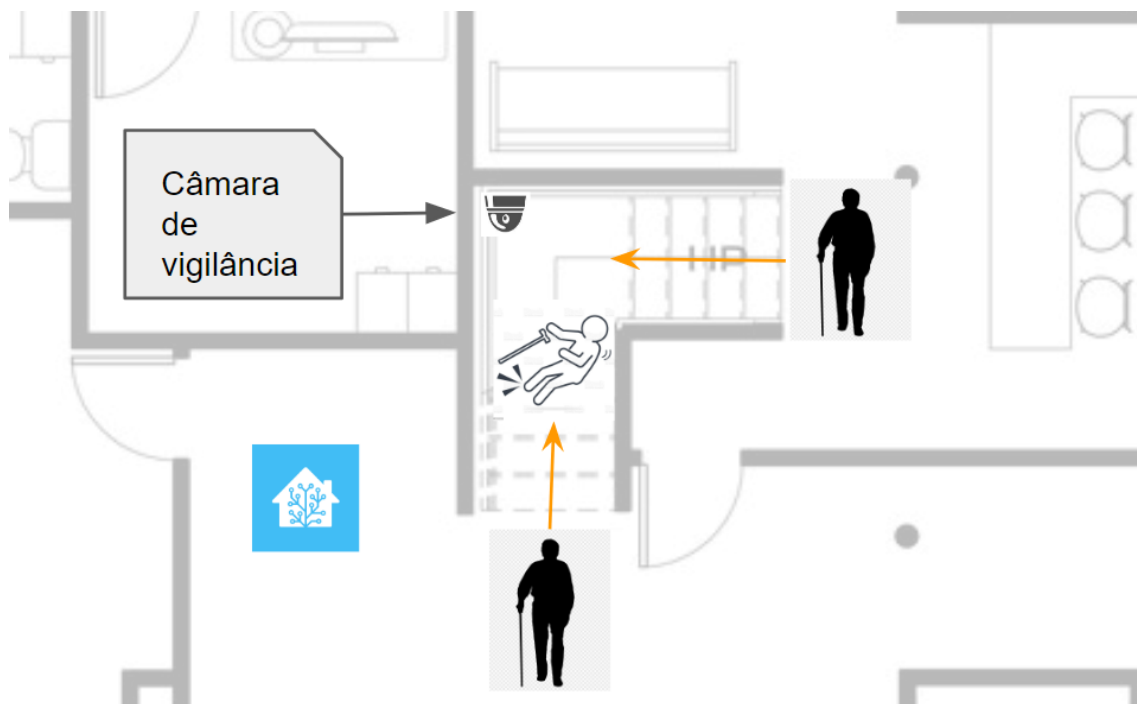


Figura 6.6: Representação esquemática do protocolo da escada supervisionada

Sendo as escadas um local propício a acidentes, a sua supervisão torna-se muito importante, especialmente em residências onde habitam idosos. Neste protocolo, a câmara de vigilância selecionada incorpora várias funcionalidades, entre as quais visão noturna, detecção de movimento inteligente (o que torna desnecessário o uso de quaisquer outros sensores) e ainda comando de voz.

6.3.3 Equipamentos utilizados

Os equipamentos utilizados na elaboração deste protocolo são sugeridos na tabela 6.3.

Tabela 6.3: Equipamentos e software sugeridos para o protocolo da escada supervisionada

Câmara de vigilância	
Câmara inteligente <i>Wi-Fi</i> da Xiaomi 360° com visão noturna e deteção de movimento inteligente [39]	
Detector de quedas	
Pingente/detector de quedas porta-chaves <i>Nock Senior</i> da Neki [40]	
Software	
<i>Home Assistant</i> [34]	

6.4 Segurança na cozinha

A cozinha é um dos lugares da casa onde há mais riscos de acidente, sendo, por isso, necessário tomar alguns pequenos cuidados, mas muito importantes, na hora de a utilizar.

Na elaboração deste protocolo, foram analisadas várias situações de risco possíveis de ocorrer, tentando-se proteger o utilizador e simultaneamente estabelecer contacto com o cuidador à distância. Para isso, utiliza-se um alarme de incêndio com sinal sonoro e ligação *Wi-Fi*, um detetor de inundação com aplicação para *smartphone* e um botão de controlo de fogão com interruptor que desliga automaticamente.

6.4.1 Diagrama de estados

Este protocolo foi elaborado tendo em consideração os seguintes passos:

- Passo 1: É instalado um alarme de incêndio no teto da cozinha;
- Passo 2: Durante a preparação da refeição, foi esquecida uma panela sobre o fogão ligado que incendeia;
- Passo 3: O fumo produzido é detectado pelo alarme, que aciona um sinal sonoro para alertar o morador do que está a ocorrer na cozinha, levando-o a agir;
- Passo 4: O utilizador atua desligando o fogão e o alarme;
- Passo 5: Caso o alarme não seja desligado, é enviado um sinal de alerta ao cuidador para o informar da situação;
- Passo 6: É colocado um detetor de água na porta exterior do móvel lava-loiça;
- Passo 7: Durante a utilização do lava-loiça, o utilizador esquece a torneira aberta e a água transborda, soando um sinal sonoro;
- Passo 8: O utilizador atua desligando a água e o alarme;
- Passo 9: Caso o utilizador não atue, é enviado um sinal de alerta ao cuidador;
- Passo 10: Esse mesmo tipo de detetor também pode ser colocado no chão para prevenir inundações;
- Passo 11: Equipar o fogão com um sinal sonoro que será acionado se o mesmo permanecer ligado durante um intervalo de tempo longo, lembrando o utilizador para o desligar;
- Passo 12: Para reforçar a segurança, o fogão também pode ser equipado com um botão de controlo com desligador automático que, definitivamente, cortará a energia desligando-o quando necessário.

A figura 6.7 representa esquematicamente a interligação entre os passos anteriormente descritos.

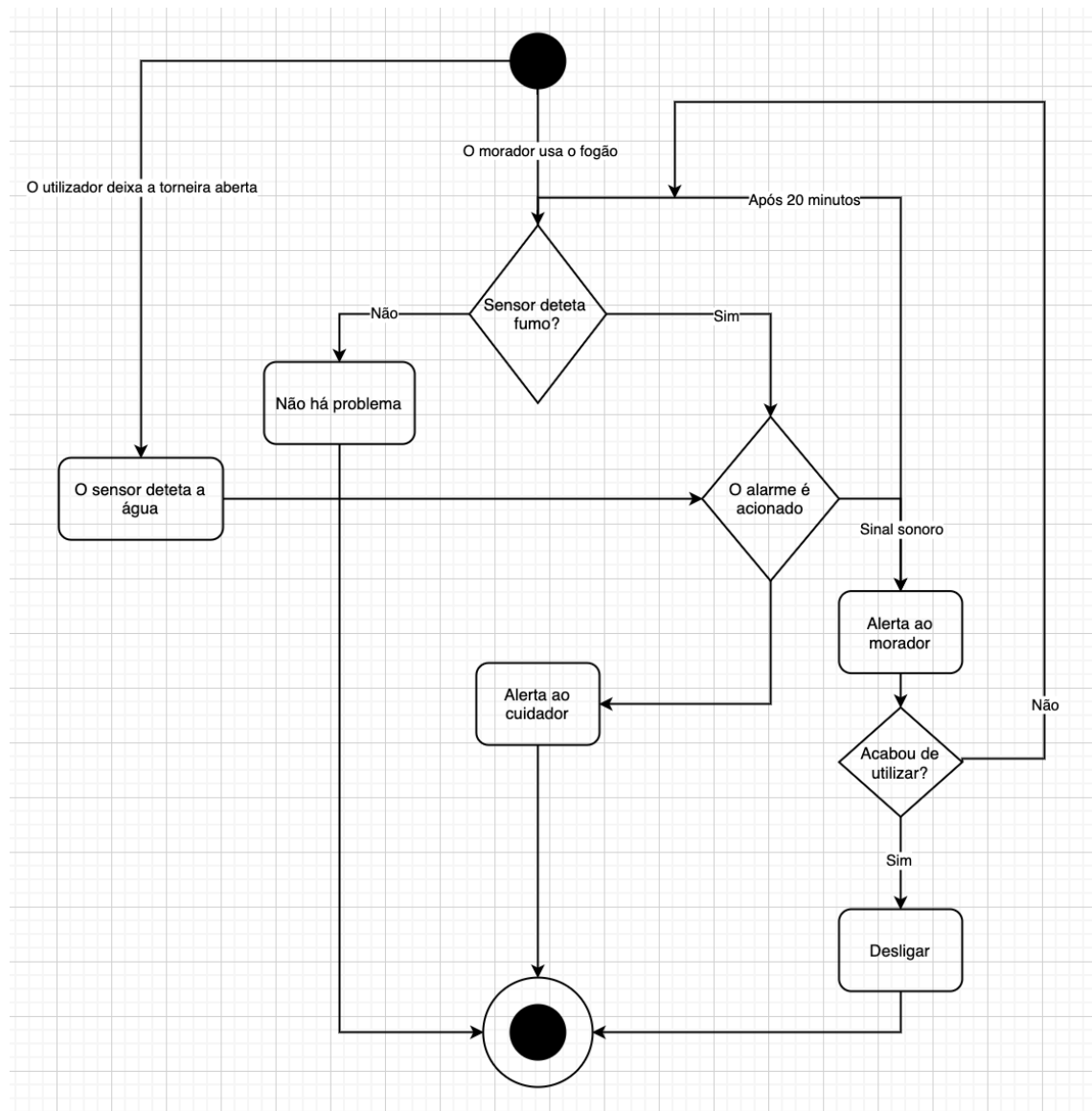


Figura 6.7: Diagrama de estados da segurança na cozinha

6.4.2 Esboço da planta de habitação

A figura 6.8 mostra uma possível localização dos equipamentos utilizados para a implementação deste protocolo.

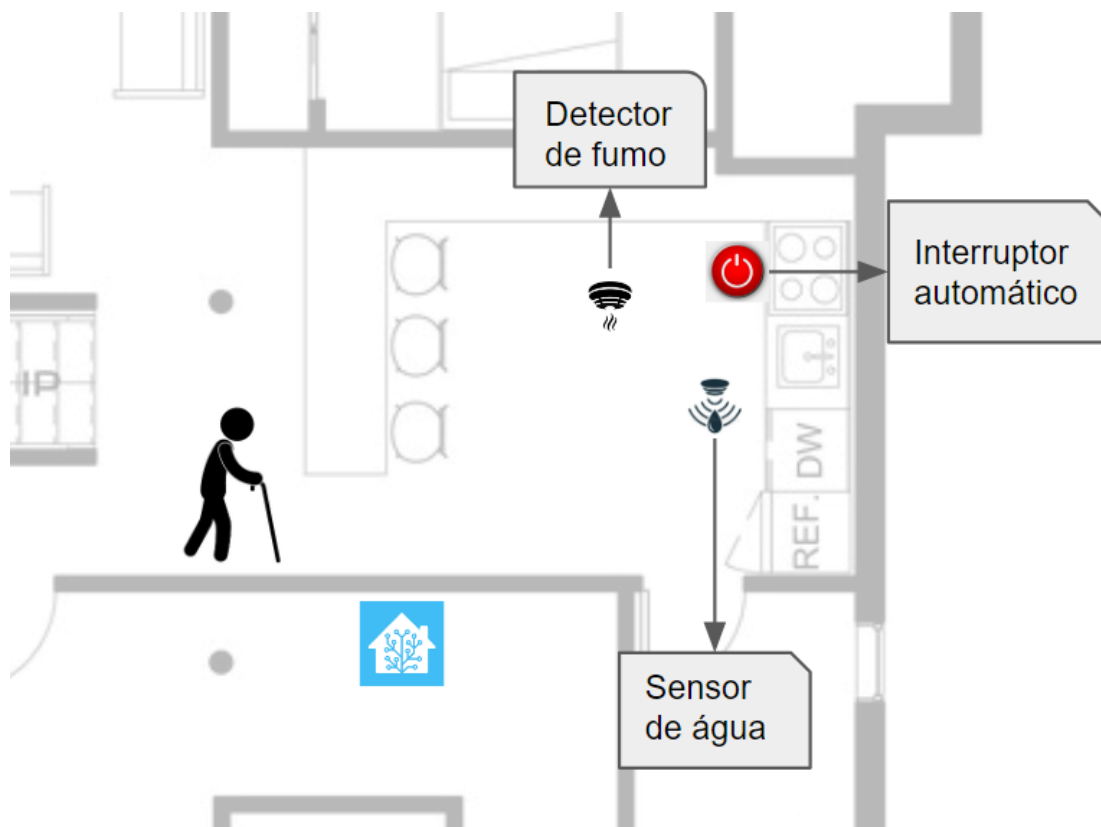


Figura 6.8: Representação esquemática do protocolo da segurança na cozinha

Neste protocolo, pretende-se controlar algumas situações que podem pôr em risco a segurança da própria habitação. A aplicação de um detetor de fumo e de um desligador automático para o fogão previne a ocorrência de incêndios por esquecimento de tachos ou panelas a cozinhar sobre o fogão. O sensor de água protege a casa contra inundações e danos causados por água, avisando, por meio de um alarme e/ou por notificação, remotamente, utilizando uma API. Este tipo de sensor também pode ser colocado próximo de máquinas de lavar roupa ou louça.

6.4.3 Equipamentos utilizados

A tabela 6.4 sugere os equipamentos necessários para a implementação deste protocolo.

Tabela 6.4: Exemplos de equipamentos para o protocolo da segurança na cozinha

Alarme de incêndio	
Detetor de fumo <i>Ei Electronics Ei650</i> [41]	
Sensor de água	
Detetor de água Grohe com app compatível [42]	
Interruptor	
Interruptor automático [43]	
Software	
<i>Home Assistant</i> [34]	

6.5 Segurança na casa de banho

A casa de banho, além de ser uma das divisões mais utilizadas numa habitação, é, ao mesmo tempo, bastante perigosa, pois como é um local onde habitualmente se utiliza água, no caso de esta ser derramada, o piso de tijoleira torna-se muito escorregadio, aumentando o risco de queda. Para um idoso autónomo, o banho diário é também um risco diário e uma preocupação constante para o cuidador que não pode estar presente.

Para supervisionar este tipo de situação e outras semelhantes que eventualmente possam ocorrer, elaborou-se o seguinte protocolo, que visa permitir ao utilizador solicitar ajuda sempre que necessite e, ao mesmo tempo, permitir a supervisão pelo cuidador. Assim, na implementação deste protocolo, sugere-se a utilização de uma câmara de deteção de infravermelho com *Wi-Fi* na zona de duche, botões de emergência e um sensor de movimento.

6.5.1 Diagrama de estados

Na elaboração do protocolo, foram considerados os seguintes passos:

- Passo 1: Instalar uma câmara de deteção de presença de luz infravermelha direccionada à zona de duche que permite ao cuidador acompanhar remotamente os movimentos do utilizador;
- Passo 2: Durante o banho, o utilizador sente-se mal e desmaia. A câmara de infravermelho deteta o corpo caído, imóvel durante um certo tempo, e envia de imediato a informação ao cuidador;
- Passo 3: Colocar em locais estratégicos da casa de banho, por exemplo, próximo da base de duche e do lavatório, botões de pressão que permitem acionar um sistema de alerta numa situação de emergência;
- Passo 4: Ao sair do banho, o utilizador escorrega e cai. Para pedir auxílio, pressiona o botão de pressão mais próximo, devendo um deles estar colocado ao nível do piso;
- Passo 5: Caso o botão de pressão não seja ativado, um sensor de movimento instalado a uma altura próxima do chão detecta o corpo e alerta o cuidador.

A sequência de passos considerada está esquematizada na figura 6.9.

Nota Adicional: O momento do banho pode ser facilitado se for instalada na zona do duche uma máquina de lavar humana (figura 6.10). Esta máquina pode ser usada por idosos ou deficientes que prefiram tomar banho nus sozinhos, sem a ajuda de ninguém. Trata-se de uma máquina muito fácil de usar, com controlos facilmente acessíveis aos utilizadores, uma vez que os botões de comando estão localizados no painel frontal.

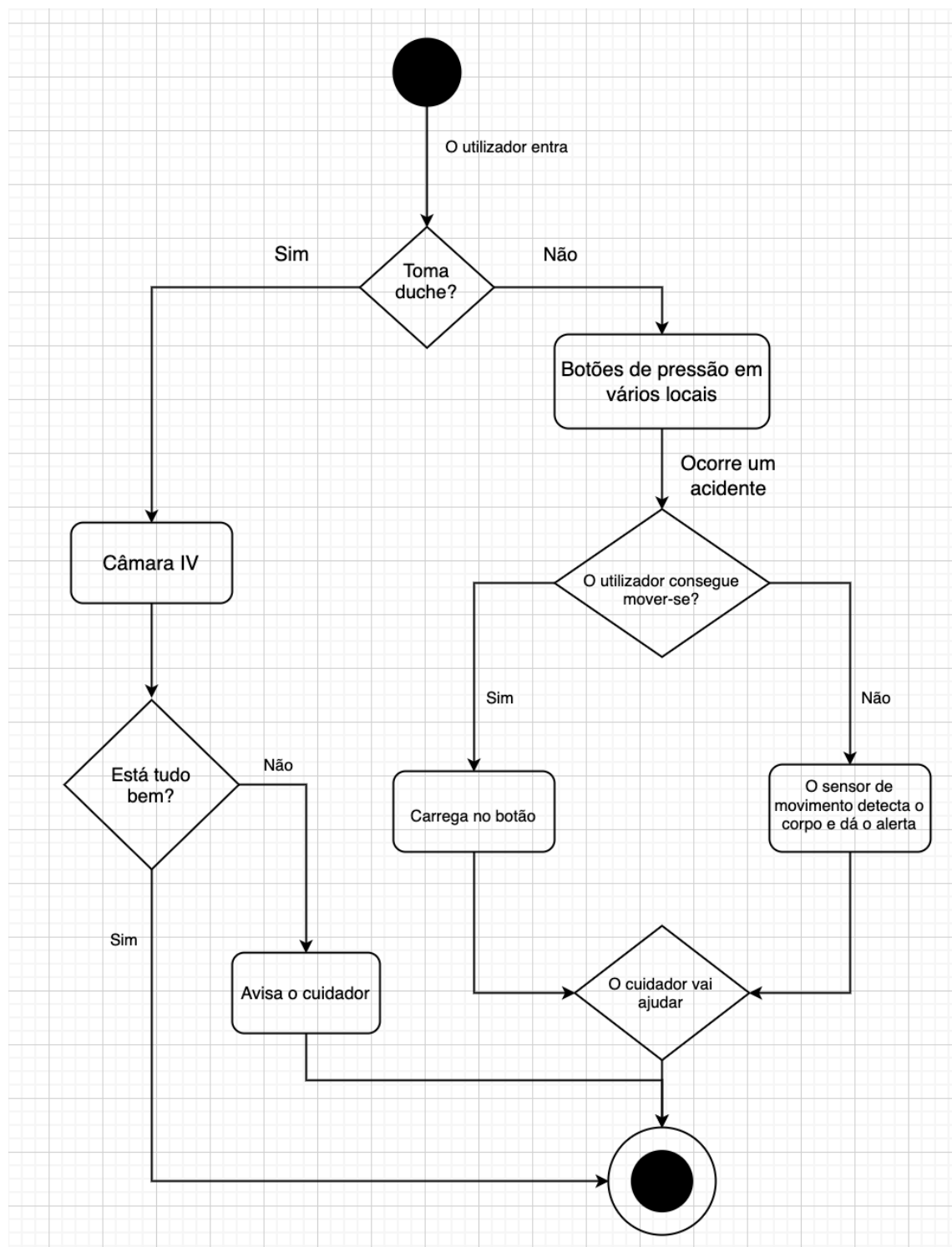


Figura 6.9: Diagrama de estados do protocolo da casa de banho supervisionada



Figura 6.10: Máquina de lavar pessoas

Segundo o jornal Diário de Notícias, 3% da população portuguesa tem muita dificuldade em tomar banho ou vestir-se sozinho(a). [44] Esta máquina pode resolver parte do problema.

6.5.2 Esboço da planta de habitação

A figura 6.11 mostra uma possível localização dos equipamentos utilizados para a implementação deste protocolo.

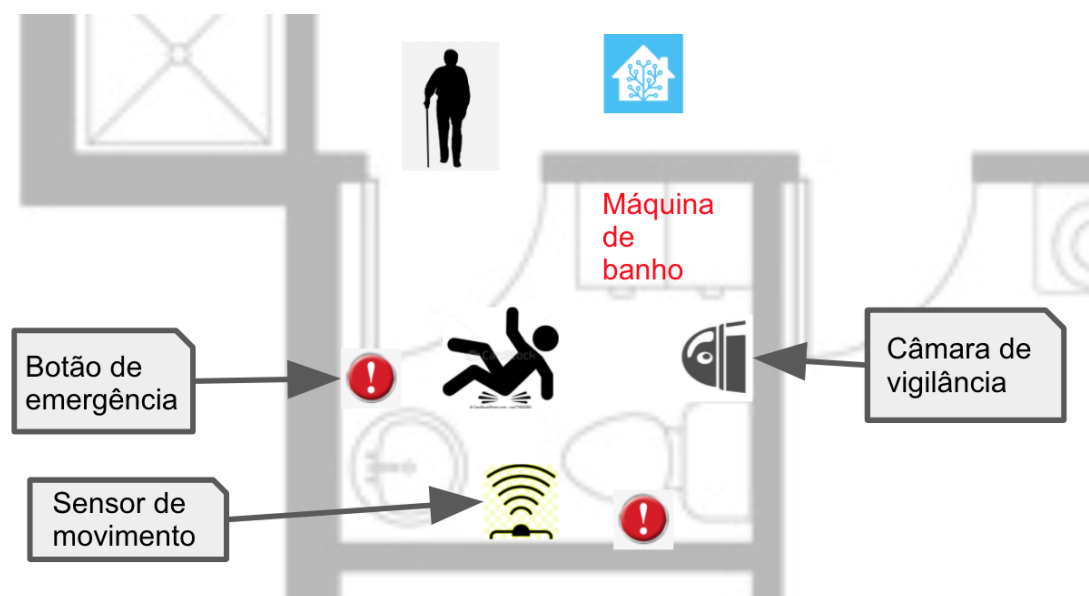


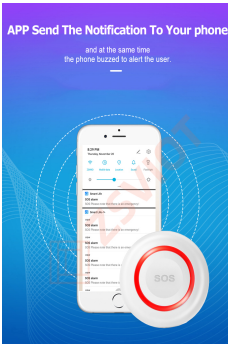
Figura 6.11: Representação esquemática do protocolo da casa de banho supervisionada

Neste protocolo, é sugerida uma máquina de duche que dá ao utente uma grande autonomia e privacidade no seu banho diário. A câmara de vigilância selecionada está equipada com um sistema de infravermelho que permite ao cuidador acompanhar remotamente os movimentos do utilizador, mas de uma forma não intrusiva. A mesma câmara possui também visão noturna e deteção de movimento. O sensor de movimento colocado ao nível do chão também é dotado de um sistema inteligente que permite detetar um corpo imóvel. Numa situação de queda, é possível, desta forma notificar o cuidador.

6.5.3 Equipamentos utilizados

Na tabela 6.5, são apresentados alguns equipamentos necessários para a implementação do protocolo.

Tabela 6.5: Exemplos de equipamentos utilizados no protocolo da segurança na casa de banho

Sensor de movimento	
Sensor de movimento <i>Wi-Fi</i> da IFTTT [45]	
Alarme	
Botão SOS com <i>Wi-Fi</i> [46] Permite avisar vários cuidadores simultaneamente	
Software	
<i>Home Assistant</i> [34]	
Câmara <i>Wi-Fi</i> com sensor de movimento	
Câmara de deteção infravermelho [47]	

Capítulo 7

Protótipo desenvolvido

O protocolo escolhido para elaborar o protótipo foi o da medicação supervisionada, cujo principal objetivo consiste em lembrar ao utilizador a toma da medicação à hora certa ao longo de todo o dia, além de também manter o cuidador informado sobre a situação à distância.

7.1 Componentes utilizados

Para a implementação do protocolo, será necessário que, previamente, os medicamentos a tomar sejam separados e colocados nas respetivas caixas de medicação pelo cuidador.

Conforme descrito anteriormente, o processo envolve que se acenda uma luz (com uma dada cor, à qual está associada uma caixa de medicação de cor igual), e um botão *wireless*, que deverá ser premido pelo utente, após a toma do medicamento.

Para esse efeito, utilizaram-se dois aparelhos da marca Xiaomi. Um *Mi Control Hub* que possui várias funções: tem uma lâmpada LED que pode ser configurada com várias intensidades e cores, e um sistema que permite emitir sinais sonoros. Este aparelho funciona como *gateway*, ou seja, pode comunicar com outros dispositivos por *Wi-Fi*. O segundo aparelho utilizado é um botão *wireless* (*Mi Wireless Switch*) cuja função consiste em ligar/desligar a lâmpada do *Control Hub*.

Para controlar estes dispositivos através da rede *Wi-Fi*, optou-se pela utilização do software *Home Assistant*. Para o instalar na casa do utente a situação mais económica e prática passa pela utilização de um *Raspberry Pi*.

7.2 Descrição do cenário implementado

Na casa do utente, após a ligação dos equipamentos à rede e da configuração dos mesmos através do *Home Assistant*, deve colocar-se o *Control Hub* num local bem visível para que o utente

se aperceba sempre que a luz do *Hub* se ligar. Quando isso acontecer, o utente deverá tomar o medicamento que se encontra na caixa com a cor igual à da luz que se acende. De seguida, deverá desligar a luz através do botão *Wi-Fi*. Se por algum motivo demorar na toma do medicamento, o *Hub* pode ser configurado para emitir um sinal sonoro que volta a alertar o utente para esse efeito. Para melhor controlar a situação à distância, o cuidador recebe notificações das ocorrências.

O protótipo implementado envia ao cuidador dois tipos diferentes de notificação: uma, quando o utilizador toma a medicação à hora prevista e desliga a lâmpada de aviso carregando no botão adequado - a mensagem enviada é “O [utente] tomou a medicação. ”; outra, quando o utilizador se esquece de tomar a medicação e, portanto, não desliga a lâmpada - nesta situação, a mensagem enviada será “ATENÇÃO: O [utente] não tomou a medicação! Liga-lhe” (figura 7.1).

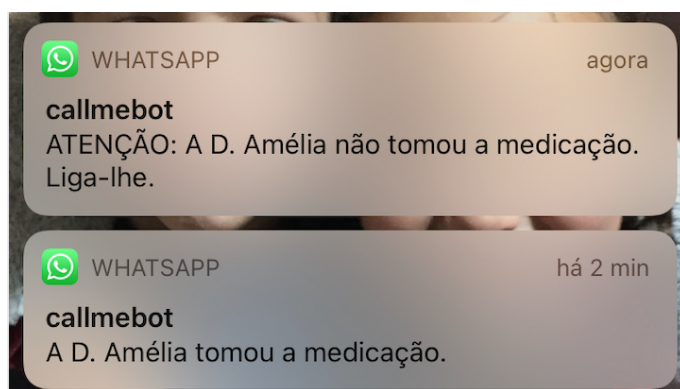
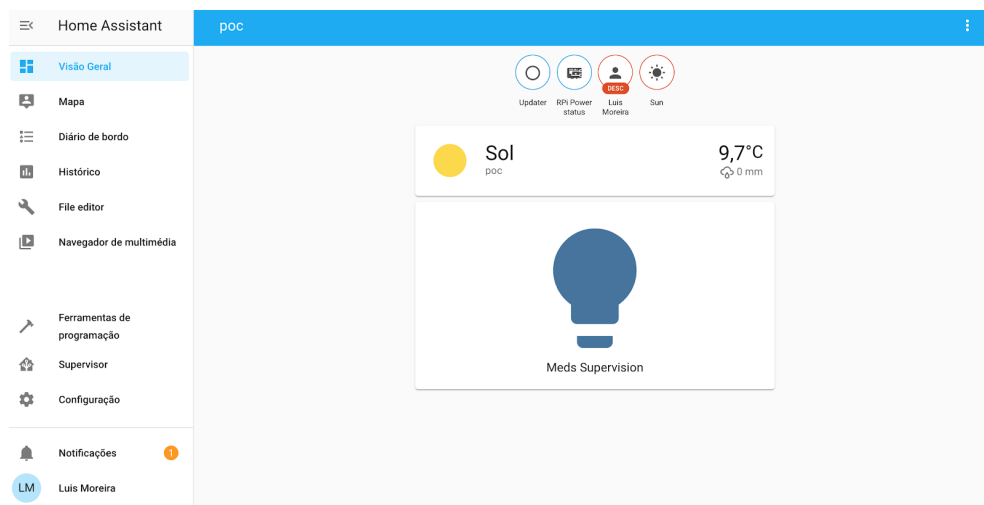


Figura 7.1: Exemplos de notificações recebidas

7.3 Configuração do sistema

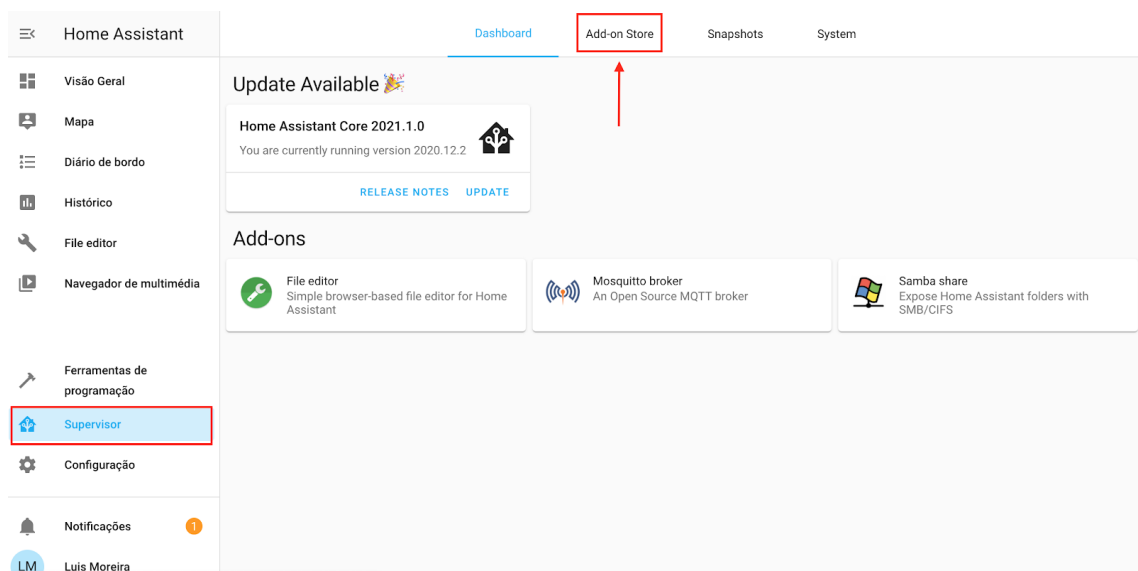
Depois de instalar todos os equipamentos nos devidos lugares e fazer todas as ligações de alimentação e rede, procedeu-se à sua configuração.

O controlador, sendo baseado num *Raspberry Pi*, necessita de um *open source* para controlo da automação *Home Assistant*, que foi descarregada, a partir do seu site oficial “www.home-assistant.io”. Recorreu-se ao sistema operativo *Hass.IO*, que foi instalado com recurso a uma máquina *macOS* e um *software* dedicado para montar a imagem no cartão SD (*Storage Device*). Este sistema operativo trata de instalar o *Home Assistant* e atualizá-lo quando necessário. Depois de colocar o cartão SD na ranhura presente no *Raspberry Pi*, conectou-se o equipamento à rede *Wi-Fi* e ligou-se a alimentação do mesmo. Após uma espera de alguns minutos, é possível aceder à interface do *Home Assistant* através do endereço na rede do equipamento associado à porta 8123, como é possível verificar na figura 7.2. Neste caso em concreto, a conexão é possível através do endereço “<https://homeassistant.local:8123>”.

Figura 7.2: Interface do *Home Assistant*

De seguida, procede-se à configuração do sistema. É necessário instalar alguns *plugins* que facilitarão todo o processo de programação, uma vez que é necessário aceder várias vezes a alguns ficheiros de configuração existentes em pastas localizadas no *Raspberry*.

Recorrendo ao menu inicial da interface, podemos encontrar a opção “Supervisor” e, acedendo à *Add-on Store*, podem seleccionar-se todos os *add-ons* que forem necessários. Para esta instalação, optou-se por adicionar o *File editor*, o *Mosquitto broker* e o *Samba share*, conforme se pode observar na figura 7.3.

Figura 7.3: *Add-ons* incluídos na instalação

Destes complementos, o *Samba share* permite configurar o servidor para aceder às pastas existentes no *Raspberry* usando a partilha de rede a partir de uma máquina *Windows*. Isto possibilitará

a realização de configurações posteriores. O *Mosquitto broker* permite fazer a instalação e configuração de alguns aparelhos, e o *File editor* permite a edição dos ficheiros de automação através do *browser*. Estes ficheiros têm formato *.yaml* e possuem as configurações e automações de todo o sistema. Podem encontrar-se no [Anexo C](#) os ficheiros *configuration.yaml* e *automation.yaml* que foram elaborados com o intuito de controlar o sistema de automação do protótipo.

Para realizar a configuração dos equipamentos *Xiaomi* procedeu-se da seguinte forma: em primeiro lugar, instalou-se num telemóvel com ligação à rede *Wi-Fi* da habitação, a aplicação *Mi Home*. Depois de ligar os equipamentos à corrente, estes foram detetados pela aplicação. Seguidamente, ligou-se o telemóvel ao computador para realizar uma cópia (não encriptada) do seu sistema de ficheiros. Desta forma foi possível ter acesso à base de dados da aplicação *Mi Home*, de onde extraímos as características essenciais para configurar os equipamentos no *Home Assistant*.

A título de exemplo, apresenta-se no excerto seguinte as características do equipamento *Mi Control Hub*, extraídas pelo processo descrito no parágrafo anterior:

NAME: Mi Control Hub
ID: 274890462
IP: 192.168.1.12
TOKEN: 6532356c4d50577274686d6742697538
MODEL: lumi.gateway.mieu01

O IP e o TOKEN são identificadores sem os quais os equipamentos correspondentes não são detetados pelo *Home Assistant*.

Para criar o sistema de notificações, foi utilizado um serviço, através de uma API denominada *CallMeBot* [48], que permite o envio de mensagens do *Home Assistant* através do *WhatsApp*. Para fazer a configuração deste serviço é necessário criar uma chave denominada *APIKEY*, bastando para o efeito enviar uma mensagem através do *WhatsApp* (figura 7.4). O número do cuidador, a *APIKEY* e o url para aceder ao serviço e através do qual se envia a mensagem, são as componentes necessárias para a configuração deste sistema de notificações.

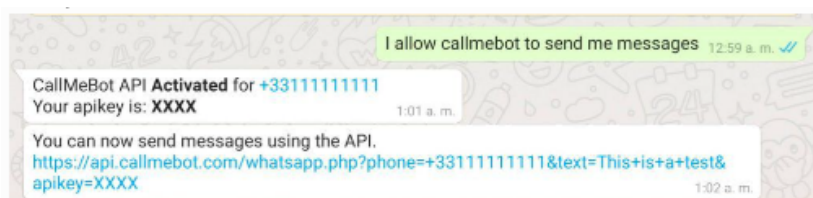


Figura 7.4: Inscrição na API *CallMeBot* e respetiva resposta

As configurações referentes às notificações foram adicionadas ao ficheiro de configurações do

Home Assistant que consta no [Anexo C](#).

Depois da programação estar completa, grava-se a automação e, escolhendo a opção “Configuração”, seleciona-se o *link* “Controlo do servidor”, conforme se ilustra na figura 7.5.

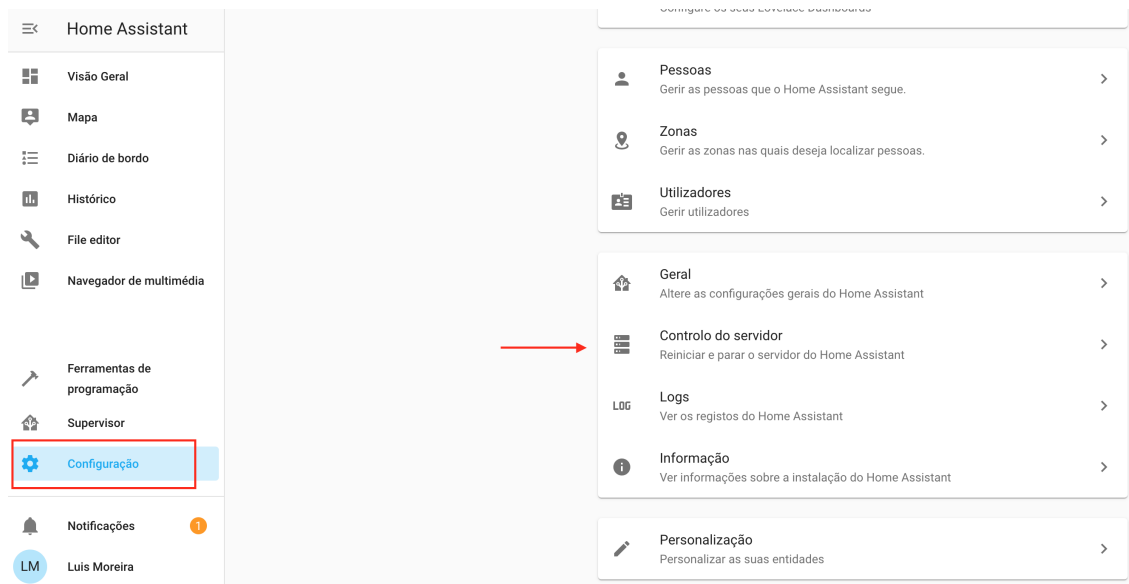


Figura 7.5: Menu Configuração do *Home Assistant*

Em seguida, surge o menu da figura 7.6, onde se valida a configuração. Se for válida, reinicia-se o *Home Assistant* para verificar se a automação foi bem sucedida.

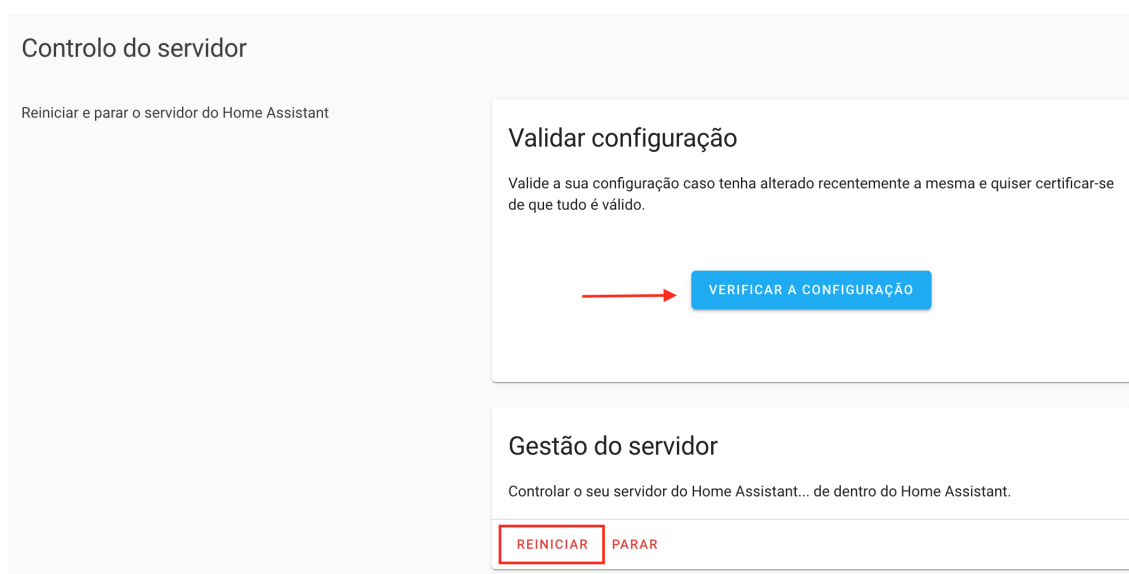


Figura 7.6: Menu de validação da configuração

Fica assim concluída a configuração do sistema, que funcionará todos os dias às horas selecionadas para a toma das medicações.

7.4 Cenário real

Apresentam-se, de seguida, algumas fotos demonstrativas do protocolo em funcionamento, quando a luz da *gateway* fica vermelha.

A figura 7.7 mostra a luz vermelha acesa antes de o utente tomar a medicação que se encontra na respetiva caixa vermelha.



Figura 7.7: *Gateway* com a luz vermelha

Após o utente tomar a medicação, carrega no botão que desliga a luz, conforme se vê na figura 7.8 e o cuidador recebe uma notificação semelhante à que é apresentada na figura 7.1.



Figura 7.8: Luz desligada quando o utente carrega no botão

Capítulo 8

Conclusões

8.1 Resumo do Trabalho

As vantagens oferecidas pela Domótica podem proporcionar um ganho considerável na qualidade de vida da sociedade. Percebe-se que este mercado está em franca expansão, com incontável ascendência e de forma muito rápida.

A Domótica é primordial para a integração de dois importantes contingentes da sociedade: idosos e incapacitados. Segundo dados do INE, em 2018, a população portuguesa era constituída por 21,84% de idosos (>65 anos) [49] em que 56% deles apresentavam uma incapacidade [44], percentagens essas que tendem a aumentar devido ao envelhecimento populacional previsto pelas pesquisas.

Para que estas pessoas idosas ou com algumas limitações possam viver de forma autónoma nas suas próprias habitações, é necessário criar mecanismos funcionais e seguros que os apoiem nesse propósito.

Tendo em mente este objetivo, estudaram-se algumas situações do dia-a-dia que poderiam ser problemáticas para as pessoas em questão, tentando resolvê-las de uma forma não invasiva e assistida à distância.

Utilizaram-se, assim, conhecimentos de domótica, realizando programações com um *software open source* e criando protocolos que utilizam equipamentos disponíveis no mercado.

Os protocolos criados necessitam de tecnologias e sistemas de comunicação para a sua implementação. Por essa razão, foi realizada uma pesquisa sobre protocolos de automação doméstica, que nos permitiu tirar algumas conclusões:

- O KNX tem surgido como um protocolo importante para a integração de elementos de

automação, aproveitando a rede IP para acessos e controlos de forma remota, mas, em contrapartida, possui um custo de investimento muito elevado, não estando por isso ao alcance do utilizador comum.

- O *ZigBee* e o *Z-Wave* são os protocolos que mais progresso possuem neste momento. São razoavelmente acessíveis em termos de preço, apresentam bons tempos de resposta, fiabilidade e imenso apoio especializado, além de os seus equipamentos serem de fácil instalação.

Como se pretendia uma solução simples e económica, e os equipamentos adquiridos para esse efeito apenas necessitavam de uma ligação *Wi-Fi*, acabou por ser esta a tecnologia de comunicação utilizada. Desta forma, no protótipo desenvolvido para este trabalho, foi apenas necessário que a habitação em causa fosse servida por um ISP (*Internet Service Provider*) para ter acesso a um router com ligação à internet para dar rede a um *Raspberry Pi*, não sendo necessário nenhum protocolo de automação especial nem outro investimento adicional.

Da pesquisa aos *softwares open source* para automação doméstica, apresentada no capítulo 5, possíveis de utilizar com sucesso na implementação do protótipo, escolheu-se o *Home Assistant*. Este *software*, além da sua fácil instalação, apresenta uma interface muito intuitiva para o utilizador, no caso de se pretender adicionar outras automações domésticas, como por exemplo, o controlo das luzes da habitação ou do sistema de aquecimento.

8.2 Objetivos realizados

O objetivo do presente projeto consistiu, conforme este se intitula, em implementar uma solução de domótica para melhorar a qualidade de vida dos idosos ou pessoas com outras condições limitativas sem grandes investimentos nem alterações na estrutura das suas habitações.

Numa primeira fase, foi feito um levantamento exaustivo do atual estado da arte, realizando um estudo da extensa literatura desenvolvida em torno do tema, uma vez que a área em estudo remonta à década de 80.

Após a aquisição de conhecimento das diversas abordagens que a literatura sobre o assunto apresenta, a implementação dos protocolos tinha que ser realizada à luz dos requisitos funcionais associados aos equipamentos existentes no mercado e utilizados nas empresas da área.

A análise do problema foi complexa dado existirem vários protocolos abertos de automação doméstica possíveis de utilizar.

Em paralelo com este estudo foi feita a análise dos diversos *softwares* de apoio aos sistemas de domótica, dando relevância aos de *open source*. Os mais utilizados são o *Home Assistant* e o

openHAB, que possuem equipas dedicadas ao seu desenvolvimento e grandes comunidades na sua utilização. Optou-se por utilizar o *Home Assistant* por sugestão da empresa de acolhimento.

Tendo como objetivo principal elaborar protocolos que contribuíssem para o bem estar e segurança de idosos foi feito um levantamento das suas principais necessidades e criados os seguintes cenários: medicação supervisionada, orientação noturna, escada supervisionada, segurança na cozinha e segurança na casa de banho.

Para cada um destes protocolos foi apresentada uma descrição e elaborados diagramas de estados. Depois de ter sido realizada uma pesquisa sobre os vários equipamentos existentes para implementar os diferentes protocolos, foram selecionados aqueles que melhor se adequavam à situação e que apresentavam a melhor relação de custo/benefício.

No âmbito deste estudo realizou-se um POC (*proof of concept*) para garantir que os protocolos estudados poderiam ser efetivamente implementados dentro dos quadros apresentados. Assegurar que os idosos tomam corretamente a sua medicação é um dos problemas mais relevantes do seu dia-a-dia, motivo pelo qual se optou por escolher esta situação para o desenvolvimento do protótipo.

O protótipo criado para a “medicação supervisionada” foi implementado com sucesso. Neste cenário, o utente, após um sinal luminoso, apenas tem de cumprir a tarefa de tomar a medicação e carregar no botão. A notificação que é enviada ao cuidador não depende dele, é a automação que se encarrega de o fazer. O sistema que se implementou foi pensado para ser a solução mais simples possível, mas poderia ser melhorada apresentando alguma redundância que nos desse mais certezas quanto à toma da medicação (por exemplo, colocar os medicamentos numa gaveta equipada com sensores que informariam o cuidador sempre que esta fosse aberta ou fechada).

A instalação do protocolo na habitação também é relativamente fácil, não sendo necessário nenhum investimento especial para além do equipamento específico do protocolo. O investimento a efetuar para a aquisição do equipamento, à data deste trabalho, ronda os 200 euros, onde já se inclui o custo do *Raspberry Pi*.

8.3 Limitações e Trabalho Futuro

Deste já, importa referir que o escopo inicial do trabalho tinha em vista a aplicação de protocolos de cariz mais industrial (como o KNX, por exemplo). Para esse efeito o trabalho a ser realizado iria ser implementado em obra, em clientes da empresa de acolhimento e supervisionado por funcionários qualificados para o efeito. Em face à atual situação de pandemia devido à COVID-19, esses trabalhos e respetivo acompanhamento ficou comprometido desde o início, e foi necessário reformular os objetivos e respetiva implementação da atual tese.

Ao nível do trabalho realizado a atual solução apresenta as limitações que qualquer protótipo possui no final de uma primeira iteração. Ainda assim, os requisitos do protocolo foram implementados com sucesso. Com o objetivo de robustecer a atual solução, num futuro trabalho, deveriam ser implementados mecanismos de redundância que assegurassem o cuidador remoto que a medicação teria sido efetivamente tomada (e que o utente não se teria limitado a carregar no botão). As caixas poderiam estar dentro de uma gaveta equipada com sensores, ou inclusive, equipar o local da toma do medicamento com uma câmara de vigilância que permitisse ao cuidador, em caso de dúvida, supervisionar toda a ação.

No futuro, poder-se-á continuar este trabalho, implementando os restantes cenários que estão definidos no capítulo 6.

Anexo A

IEEE standards

A.1 Tecnologias sem fio

A.1.1 ZigBee

Standard: IEEE 802.15.4 é um padrão que especifica a camada física e efetua o controle de acesso para redes sem fio pessoais de baixas taxas de transmissão. É mantido pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) como padrão 802.15 IEEE.

A.1.2 Bluetooth

Standard: IEEE 802.15.1 é um grupo de tarefas baseado na tecnologia Bluetooth que define a camada física e a especificação MAC (Media Access Control) para conectividade sem fio com dispositivos fixos, portáteis e móveis dentro do espaço operacional pessoal.

A.1.3 Wi-Fi

Standard: IEEE 802.11, também conhecida como rede Wi-Fi, foi uma das grandes novidades tecnológicas dos últimos anos. Atuando na camada física, o 802.11 define uma série de padrões de transmissão e codificação para comunicações sem fio.

Fonte: [\[50\]](#)

Anexo B

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 Hz
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*	EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	230 V	50 Hz
Cyprus	EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	240 V	50 Hz
Moldova	EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	50 Hz
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
Dominican Republic	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	115 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

Figura B.1: Cobertura atual da frequência GHz da tecnologia Z-Wave® - parte 1

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	Clause 2, Article 58.2 of Radio Waves Act	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
Maldives	ETSI EN 300 220	868.40 MHz, 869.85 MHz	220 V	60 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	919.80 MHz, 921.40 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	IMDA TS SRD	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
Thailand	Clause 2, Article 58.2 of Radio Waves Act	920.90 MHz, 921.70 MHz, 923.10 MHz	220 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
Venezuela	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	120 V	60 Hz
Vietnam	AS/NZS 4268	919.80 MHz, 921.40 MHz	230 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.

Rev. March 23, 2018

Figura B.2: Cobertura atual da frequência GHz da tecnologia Z-Wave® - parte 2

Fonte: Web site da Z-Wave [51]

Anexo C

Programação usada

C.1 Ficheiro configuration.yaml

O ficheiro *configuration.yaml* é utilizado no *Home Assistant* para incluir na sua configuração outros ficheiros que possuam informação sobre grupos, automações, *scripts*, cenas e notificações, entre outras. Desta forma é possível, por exemplo, separar as várias automações por diferentes ficheiros, se essa for a opção do programador.

```
# Configure a default setup of Home Assistant (frontend, api, etc)
default_config:

# Text to speech
tts:
  - platform: google_translate

group: !include groups.yaml
automation: !include automations.yaml
script: !include scripts.yaml
scene: !include scenes.yaml
# notification sending through whatsapp
notify:
  - name: WhatsApp
    platform: command_line
    command: 'wget_${cat}_-O_/dev/null'
```

C.2 Ficheiro automation.yaml

Como apenas foram criadas automações para a medicação supervisionada, optou-se por colocar todas as automações no mesmo ficheiro YAML. Foram criadas automações para ligar a lâmpada RGB (com diferentes cores) à hora pretendida para tomar os medicamentos armazenados numa caixa de igual cor. Também se criaram automações para o envio de notificações ao cuidador.

```
# turn on green light
- alias: Automation 1
  trigger:
    platform: time
    at: '09:30:00'
  action:
    data:
      brightness: 150
      rgb_color: [0, 255, 0]
    service: light.turn_on
    entity_id: light.xiaomi_gateway_light
```

Esta automação liga a lâmpada da *gateway* com uma luz verde, todos os dias, às 09:30. A ação é desencadeada através da plataforma “time” utilizando o serviço “light.turn_on” que muda o estado da lâmpada para “on”.

```
# turn on red light
- alias: Automation 2
  trigger:
    platform: time
    at: '12:30:00'
  action:
    data:
      brightness: 120
      rgb_color: [255, 0, 0]
    service: light.turn_on
    entity_id: light.xiaomi_gateway_light
```

Esta automação liga a lâmpada da *gateway* com uma luz vermelha, todos os dias, às 12:30.

Na automação seguinte, a ação já não é desencadeada pelo tempo, mas sim pelo estado da lâmpada. A plataforma definida em trigger é “state”. O tempo surge como condição adicional.

```
# send Message to caretaker with unsuccessful medication take
# for 20 minutes after light is on
- alias: Automation 3
  trigger:
    platform: state
    entity_id: light.xiaomi_gateway_light
    to: 'on'
    for: '00:20:00'
  action:
    service: notify.WhatsApp
    data:
      message: 'https://api.callmebot.com/whatsapp.php?source=HA' +
        '&phone=+351915049799&apikey=612584&text=Mensagem1'
```

Esta automação envia uma notificação ao cuidador sempre que o utente não toma a medicação. Neste caso foi definido um intervalo de 20 minutos para a toma do medicamento, ao fim do qual será enviada a notificação. Mensagem1 deverá ser substituída por uma informação do tipo: 'O [utente] não tomou a medicação. LIGA-LHE.'

```
# send Message to caretaker with successful medication take
- alias: Automation 4
  trigger:
    platform: state
    entity_id: light.xiaomi_gateway_light
    to: 'off'
  action:
    service: notify.WhatsApp
    data:
      message: 'https://api.callmebot.com/whatsapp.php?source=HA' +
        '&phone=+351915049799&apikey=612584&text=Mensagem2'
```

Esta automação envia uma notificação ao cuidador sempre que o utente toma a medicação e carrega no botão para desligar a lâmpada. Mensagem2 deverá ser substituída por uma informação do tipo: 'O [utente] tomou a medicação.'

Referências

- [1] World Health Organization. Active ageing: A policy framework. Relatório técnico, Second United Nations World Assembly on Ageing, Abril 2002.
- [2] Comissão das Comunidades Europeias. Uma europa para todas as idades. Relatório técnico, Comissão das Comunidades Europeias, Maio 1999.
- [3] Maria Inês Coelho. E se puder apoiar um idoso com alguns produtos de domótica xiaomi? <https://pplware.sapo.pt/gadgets/apoiar-idosos-produtos-domotica-xiaomi/>, Dezembro 2018. acesso em: 06/12/2020.
- [4] TiMOTION. Automação do equipamento, uma nova era para os idosos. <https://tinyurl.com/TiMOTION>, Outubro 2019. acesso em: 06/12/2020.
- [5] JUNG.de. Domótica inteligente com o sistema knx com futuro garantido. <https://www.jung.de/pt/600/solucoes/smart/>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [6] REXEL.pt. Cenários oferecidos soluções de automação residencial da rexel. <https://www.rexel.pt/solucoes/automacao-residencial/>, Novembro 2020.
- [7] sislite.pt. O que é a domótica? <http://www.sislite.pt/domus.htm>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [8] João A. Gonçalves. Protocolos de automação doméstica. Tese de mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2017.
- [9] Nuno Medeiros Vasconcelos. Sistemas de controlo de domótica para moradias multiprotocolo. Tese de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Julho 2017.
- [10] José Pedro Monteiro. Aplicação android para sistemas de domótica. Tese de mestrado, Instituto Politécnico de Viseu, Junho 2015.
- [11] Wi-Fi Alliance. História do Wi-Fi. <https://www.wi-fi.org>, Dezembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [12] Teleco - Inteligência em Telecomunicações. Redes Sem Fio: Comparação entre os Protocolos. https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredespbaidd/pagina_6.asp, Dezembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [13] Otto Duarte. Redes de computadores i - bluetooth. https://www.gta.ufrj.br/grad/09_1/versao-final/bluetooth/index.htm, Dezembro 2020. acesso em: 06/12/2020.

- [14] Alves e Mota. *Casas Inteligentes*. Centro Atlântico, Abril 2003. ISBN: 972-842-667-4.
- [15] KNX. Website da knx association. <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/index.php>, Dezembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [16] ZigBee. ZigBee Alliance. <https://zigbeealliance.org>, Dezembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [17] FabioBmed. Topologia em redes. <https://fabiobmed.com.br/2012/04/12/topologia-em-redes/>, Abril 2012. acesso em: 29/12/2020.
- [18] Drew Gislason. *Zigbee Wireless Networking*. Newnes, 2008. ISBN: 978-0-7506-8597-9.
- [19] Z-Wave Alliance. História da Aliança Z-Wave. https://z-wavealliance.org/z-wave_alliance_history/, Dezembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [20] Z-Wave Alliance. Sobre a tecnologia Z-Wave. https://z-wavealliance.org/about_z-wave_technology/, Dezembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [21] Vários autores. Download gratuito de softwares de domótica. <https://www.baixar-software-gratis.tehnomagazin.com/Software-Domotica-download-gratuito.htm>, Abril 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [22] SourceForge.net. Misterhouse: Home automation with perl. <https://sourceforge.net/projects/misterhouse/>, Abril 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [23] Dan Bemowski. touchscreen web interface. <http://misterhouse.10964.n7.nabble.com/touchscreen-web-interface-td19164.html>, Abril 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [24] HomeGenie. About homegenie. <http://www.homegenie.it>, Abril 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [25] Open Source Automation. What is open source automation? <https://www.opensourceautomation.com/about.php>, Abril 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [26] openHAB. Propriedades do openhab. <https://www.openhab.org>, Abril 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [27] openHAB. Interface do openhab. <https://www.openhab.org/docs/configuration/habpanel.html>, Abril 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [28] pplware. Home assistant: Plataforma gratuita para controlar a sua casa. <https://pplware.sapo.pt/informacao/home-assistant-plataforma-casa/>, Abril 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [29] GitHub. Home assistant presentation. <https://github.com/ArnaudLoos/HomeAssistant-Presentation>, Abril 2020. acesso em 06/12/2020.
- [30] et al. Majumder, Sumit. Smart homes for elderly healthcare—recent advances and research challenges. *Sensors*, vol. 17, n. 11, página 2496, Outubro 2017.
- [31] wish.com. Caixas de medicação semanal coloridas. <https://tinyurl.com/weeklyMedBox>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.

- [32] Comunidade Xiaomi Portugal. Xiaomi mi smart home gateway. <https://xiaomi-mi.com.pt/mi-smart-home/xiaomi-mi-gateway-2/>, Janeiro 2021. acesso em: 10/1/2021.
- [33] lazada.com.ph. Botão wi-fi da marca mi home. <https://tinyurl.com/MiHomeSwitch>, Janeiro 2021. acesso em: 06/12/2020.
- [34] Home Assistant. Home Assistant open source Application. <https://www.home-assistant.io>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [35] Lightinthebox. Luz de presença. <https://tinyurl.com/y5gdellu>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [36] efectoLED. Fita led 220v ac 60 led/m rgb ip65 à medida. <https://tinyurl.com/yy5fpmtn>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [37] PCDIGA. Sensor de movimento xiaomi mi. <https://tinyurl.com/yxbltlx6>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [38] Xiaomi. Novo xiaomi mijia inteligente sensor de luz zigbee 3.0. <https://tinyurl.com/y48kg6yy>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [39] Fnac. Câmara inteligente wi-fi xiaomi mi home security 360° com visão noturna. <https://tinyurl.com/camaraInteligente>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [40] Neki. Pingente detetor de quedas. <https://neki.pt/pingente-detetor-quedas-localizador-gps-anciaos.html>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [41] Fnac. Detetor de fumo ei electronics ei650. <https://tinyurl.com/smokeDet>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [42] Grohe. Sensor de inundação. https://www.grohe.pt/pt_pt/casa-inteligente/grohe-sense/, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [43] AliExpress. Interruptor automático. <https://pt.aliexpress.com/item/32779806022.html>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [44] Diário de Notícias. Um milhão e 700 mil portugueses têm incapacidade. <https://tinyurl.com/DNoticias>, Dezembro 2018. acesso em 10/1/2021.
- [45] AliExpress. Detector de sensor de movimento sem fio wi-fi inteligente. <https://pt.aliexpress.com/i/32969632478.html>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [46] AliExpress. Botão sem fio tuya para emergência. <https://tinyurl.com/emerButton>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [47] Lightinthebox. Câmara de luz infravermelha. <https://tinyurl.com/InfraRedcamera>, Novembro 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [48] CallMeBot. Whatsapp text messages from homeassistant. <https://www.callmebot.com/blog/whatsapp-text-messages-from-homeassistant/>, Abril 2020. acesso em: 10/1/2021.

- [49] INE. Projeções de população residente em portugal. <https://tinyurl.com/INEstatistica>, Março 2020. acesso em 10/1/2021.
- [50] IEEE.org. Standards - wired and wireless communications. <https://standards.ieee.org>, 2020. acesso em: 06/12/2020.
- [51] Z-Wave. Cobertura atual da frequência ghz da tecnologia z-wave. <https://tinyurl.com/ZWaveFrequencies>, 2020. acesso em: 06/12/2020.