

Infraestrutura de Tecnologias de Conforto e Segurança para “*Smart Homes”*

**Módulo I**

Paulo Miguel Nunes Penicheiro - 2130628

Ruben Miguel Bernardes - 2130664

28 de junho de 2017

Trabalho realizado no âmbito da unidade curricular de Projeto Informático

Trabalho realizado sob orientação do professor:

António Pereira

Agradecimentos

Em primeiro lugar, os meus agradecimentos vão, obviamente, para a minha esposa Sílvia Marujo e para o meu filho João Miguel. Sem eles a concretização deste projeto de vida e deste relatório final não seriam possíveis, para eles, que são o meu pilar, vai o meu enorme apreço pela compreensão e ternura sempre manifestadas pese embora as ausências e falta de atenção, pela excitação e orgulho com que sempre reagiram aos resultados académicos do marido/pai ao longo destes meses.

Um agradecimento muito especial aos meus pais e irmã, pelo incentivo e confiança nesta nova etapa da minha vida académica, bem como pelas críticas construtivas e apoio incondicional.

Ao professor orientador António Pereira, pela disponibilidade em orientar e ensinar, ao longo deste curso.

A todos os outros professores da Licenciatura de Engenharia Informática, que contribuíram de uma maneira geral para o meu desenvolvimento pessoal.

Um agradecimento ao Dr. Paulo Felício, chefe de divisão da DIJE (Divisão da Juventude e Educação), por todo o incentivo e apoio dado, para que a conclusão do curso fosse realizada com sucesso.

Um Agradecimento aos meus colegas da DII (Divisão de Informática), que, quando solicitados, foram dando ajuda e esclarecimentos, para que conseguisse reunir toda a informação aqui apresentada. São eles: o Chefe de Divisão Eng.º Nuno Monteiro; o Especialista de Informática Dr. Marco Ribeiro; os Técnicos de Informática Jorge Órfão e David Cerqueira; e o Eng. Cristiano Alves, formando assim uma equipa, na qual é um prazer estar integrado.

Um agradecimento ao meu colega de curso e de projeto Rúben Bernardo, pelo apoio prestado em todos os trabalhos e projetos, que fomos desenvolvendo ao longo do curso, assim como todo o seu apoio na superação das dificuldades que foram surgindo.

Um destaque muito especial ao Luís Marujo pelo o apoio prestado na idealização e construção da maquete que vai servir de base á instalação de toda a infraestrutura da nossa solução.

Um agradecimento ao colega David Arede, pelas suas valiosas indicações na redação deste relatório, num português mais adequado.

Finalizo com um agradecimento aos restantes colegas da CML (Câmara Municipal de Leiria), pela sua simpatia e ajuda, na realização deste trabalho

***Paulo Penicheiro***

.

Resumo

Este documento descreve a solução desenvolvida no âmbito da disciplina de Projeto Informático do 2º semestre 2016/2017 da Licenciatura em Engenharia Informática da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

O trabalho incide na autoproposta do projeto: desenvolvimento de Infraestrutura de Tecnologias de Conforto e Segurança para “*Smart Homes*”, módulo I.

Na elaboração do trabalho, existiu uma especial atenção para dotar a solução com capacidade modular, sendo fácil acrescentar novas valências, assim como, ser uma solução de baixo consumo de energia.

Procurámos neste trabalho inovar, fugindo à abordagem tradicional de implementação com cablagem, recorremos às tecnologias sem fios para a transferência de dados entre a zona sensorial e o “*Gateway*”.

Em relação à implementação, toda a estrutura tecnológica da solução assenta numa maquete, idealizada e construída para o efeito, por forma a aproximar ao máximo a solução da realidade e, resume-se ao envio das leituras dos diversos sensores através dos microcontroladores (esp32 e/ou esp8266) para o “*Gateway*” (raspberry pi zero w e/ou rasberry pi 3).

A monitorização da “*Smart-Home*” fica a cargo de uma plataforma web agregadora das leituras dos sensores, por forma a ter-se a noção em tempo real, do que de facto acontece dentro da casa, assim como, visualizar algum tipo de alerta gerado pela casa.

Para finalizar, realizámos uma bateria de testes por cada sensor e microcontrolador associado de forma a analisar todos os dados recolhidos e evitar falsos positivos, as ligações da “Gateway” com o exterior nomeadamente com a plataforma, também foram alvo de monitorização para garantir o número mínimo de falhas e tornar a finalização do projeto mais real e verdadeira.

Abstract

This paper describes the solution developed under the discipline of Projeto Informático of the 2nd semester of the school year - 2016/2017 belonging to the Computer Science degree lectured at the School of Technology and Management of the Polytechnic Institute of Leiria.

The work focus on our proposed project, which is, developing an infrastructure of comfort and security technologies for a smart home.

Índice

[Agradecimentos v](#_Toc485885998)

[Resumo vii](#_Toc485885999)

[Abstract ix](#_Toc485886000)

[Índice xi](#_Toc485886001)

[Lista de Figuras xv](#_Toc485886002)

[Lista de Tabelas xvii](#_Toc485886003)

[Lista de Acrónimos xix](#_Toc485886004)

[Capítulo 1 1](#_Toc485886005)

[Introdução 1](#_Toc485886006)

[1.1 Objetivos 4](#_Toc485886007)

[1.2 Organização do Documento 4](#_Toc485886008)

[Capítulo 2 7](#_Toc485886009)

[Estado da Arte 7](#_Toc485886010)

[2.1 Paradigma Atual[6] 7](#_Toc485886011)

[2.2 Soluções de Mercado 8](#_Toc485886012)

[2.3 Síntese 10](#_Toc485886013)

[Capítulo 3 11](#_Toc485886014)

[Arquitetura 11](#_Toc485886015)

[3.1 Arquitetura do Sistema 11](#_Toc485886016)

[3.2 Síntese 15](#_Toc485886017)

[Capítulo 4 17](#_Toc485886018)

[Tecnologias 17](#_Toc485886019)

[4.1 Requisitos tecnológicos 17](#_Toc485886020)

[4.2 Tecnologias Rede Sensorial 18](#_Toc485886021)

[4.2.1 Sensor Temperatura / Humidade [11] 19](#_Toc485886022)

[4.2.2 Sensor de chamas [12] 19](#_Toc485886023)

[4.2.3 Sensor de Luz [13] 20](#_Toc485886024)

[4.2.4 Sensor de Movimento e Presença (PIR) [14] 20](#_Toc485886025)

[4.2.5 Sensor de Água[15] 20](#_Toc485886026)

[4.2.6 Sensor de Gás [16] 21](#_Toc485886027)

[4.2.7 Sensor Magnético [17] 21](#_Toc485886028)

[4.2.8 Buzzer [18] 21](#_Toc485886029)

[4.2.9 Leds [19] 22](#_Toc485886030)

[4.2.10 Liquid Crystal Display (LCD) 22](#_Toc485886031)

[4.2.11 Node MCU ESP8266 [20] 22](#_Toc485886032)

[4.2.12 Raspberry Pi 3[22] 23](#_Toc485886033)

[4.3 Redes de comunicação 24](#_Toc485886034)

[4.3.1 Comunicação Rede Sensorial com Gateway 24](#_Toc485886035)

[4.3.2 Protocolo de comunicação MQTT[10] 24](#_Toc485886036)

[4.3.3 Sistemas de controle e monitorização 25](#_Toc485886037)

[4.4 Outras Tecnologias 25](#_Toc485886038)

[4.4.1 IDE 25](#_Toc485886039)

[4.4.2 Controlo de Versões 27](#_Toc485886040)

[4.5 Síntese 27](#_Toc485886041)

[Capítulo 5 29](#_Toc485886042)

[Desenvolvimento e Implementação 29](#_Toc485886043)

[5.1 Planeamento e Calendarização 29](#_Toc485886044)

[5.2 Maquete de Suporte 31](#_Toc485886045)

[5.3 Sistema de controlo e monitorização 32](#_Toc485886046)

[5.4 Estrutura de sensores 32](#_Toc485886047)

[5.4.1 Sensor de temperatura 32](#_Toc485886048)

[5.4.2 Sensor de água 32](#_Toc485886049)

[5.4.3 Sensor de gás 32](#_Toc485886050)

[5.4.4 Sensor de chamas 32](#_Toc485886051)

[5.4.5 Sensor de luz 32](#_Toc485886052)

[5.4.6 Sensor magnético 32](#_Toc485886053)

[5.4.7 Sensor de movimento 32](#_Toc485886054)

[5.5 Estrutura de atuadores e elementos de output 32](#_Toc485886055)

[5.5.1 LCD 32](#_Toc485886056)

[5.5.2 Buzzer 33](#_Toc485886057)

[5.5.3 Keypad 33](#_Toc485886058)

[5.6 estrutura de comunicação microcontroladores e gateway 33](#_Toc485886059)

[5.6.1 esp8266 33](#_Toc485886060)

[5.6.2 raspberry Pi 3 33](#_Toc485886061)

[5.7 Síntese 33](#_Toc485886062)

[Capítulo 6 35](#_Toc485886063)

[Testes e Resultados 35](#_Toc485886064)

[6.1 Leituras dos sensores 35](#_Toc485886065)

[6.2 Comunicação sensores - microcontrolador - gateway 35](#_Toc485886066)

[6.3 Post das leituas dos sensores na plataforma web 35](#_Toc485886067)

[6.4 Automação 35](#_Toc485886068)

[6.5 Síntese 35](#_Toc485886069)

[Capítulo 7 37](#_Toc485886070)

[Conclusão 37](#_Toc485886071)

[7.1 Desenvolvimento Futuro 39](#_Toc485886072)

[Bibliografia 41](#_Toc485886073)

[ANEXOS 43](#_Toc485886074)

Lista de Figuras

[Figura 1 - venda de produtos inteligentes por mercado[3] 2](#_Toc485886075)

[Figura 2 - Panorâmica geral das valências da IoT 3](file:///D:\Dropbox\PROJECTO%20FINAL\2%20-%20RELATÓRIO\3%20-%20Doc%20Final\relatório%20projeto%20informático.docx#_Toc485886076)

[Figura 3 - EDP Ready Smart Home[7] 9](#_Toc485886077)

[Figura 4 - MEO Smart Home[8] 9](#_Toc485886078)

[Figura 5 - Mecanismos de configuração do controle de Iluminação 10](#_Toc485886079)

[Figura 6 - Arquitetura geral da solução proposta 12](file:///D:\Dropbox\PROJECTO%20FINAL\2%20-%20RELATÓRIO\3%20-%20Doc%20Final\relatório%20projeto%20informático.docx#_Toc485886080)

[Figura 7 - Fluxos de Informação entre Módulos 13](#_Toc485886081)

[Figura 8 - Fluxos de Informação entre módulos 13](file:///D:\Dropbox\PROJECTO%20FINAL\2%20-%20RELATÓRIO\3%20-%20Doc%20Final\relatório%20projeto%20informático.docx#_Toc485886082)

[Figura 9 - esquema de comunicação da arquitetura 15](#_Toc485886083)

[Figura 10 - Dispositivos por categoria 18](file:///D:\Dropbox\PROJECTO%20FINAL\2%20-%20RELATÓRIO\3%20-%20Doc%20Final\relatório%20projeto%20informático.docx#_Toc485886084)

[Figura 11 - Comparação das versões do NodeMCU ESP8266[20] 23](file:///D:\Dropbox\PROJECTO%20FINAL\2%20-%20RELATÓRIO\3%20-%20Doc%20Final\relatório%20projeto%20informático.docx#_Toc485886085)

[Figura 12 - Visual Studio Enterprise 2017 26](file:///D:\Dropbox\PROJECTO%20FINAL\2%20-%20RELATÓRIO\3%20-%20Doc%20Final\relatório%20projeto%20informático.docx#_Toc485886086)

[Figura 13 - Arduino IDE 26](#_Toc485886087)

[Figura 14 - Fase de Construção da Maquete de Suporte – I 31](#_Toc485886088)

Lista de Tabelas

[Tabela 1 - Calendarização das etapas do projeto 26](#_Toc485828646)

Lista de Acrónimos

GND abreviação de GROUND (TERRA)

I2C Integrated Circuit

IDE integrated Development Environment

IIoT Industrial Internet of Things

IoT Internet of Things

LAN Local Area Network

LCD Liquid Crystal Display

MQTT Message Queuing Telemetry Transport

PIR Passive Infrared

SCL Serial Clock

SDA Serial Data

VCC Voltagem Corrente Contínua

WAN Wide Area Network



Introdução

O termo que Internet das coisas (IoT) em primeiro lugar foi usada há anos por investigadores da indústria, mas apenas recentemente surgiu aos olhos do público em geral [1].

Este novo conceito é usado para descrever a capacidade de rede interligando equipamentos e dispositivos para detetar e recolher diferentes tipos de dados e, em seguida, divulgar essa informação através da Internet a fim de serem processados e utilizados em diversas aplicações, nomeadamente plataformas web agregadoras da informação gerada pelos sensores das casas.

É usual encontrar o termo industrial Internet das coisas(IIoT) de forma alternada com o termo IoT[2], que não é o mais correto, uma vez que se refere principalmente a aplicações comerciais da tecnologia de IoT, e as tecnologias de IoT abrangem uma gama mais ampla de aplicações, logo não se limitando somente às aplicações industriais.

Alguns afirmam que nas próximas décadas, IOT terá um impacto fundamental sobre a forma de evolução das sociedades, os fatos mostram que muito está crescendo rapidamente, ganhando uma grande foco por parte de uma ampla gama de indústrias, e será uma das mais importantes áreas da tecnologia do futuro[1].

A próxima figura é demonstrativa do parágrafo anterior, consegue-se ter uma visualização do impacto dos produtos de IoT até 2016.

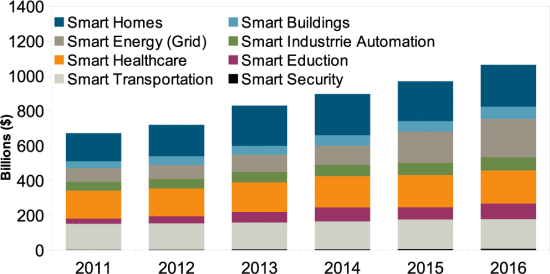


Figura 1 - venda de produtos inteligentes por mercado[3]

Uma casa inteligente é uma casa, apartamento ou outro tipo de habitação que utiliza a tecnologia de automação residencial (também conhecido como Domótica) para gerir, monitorizar e controlar remotamente e/ou automaticamente o estado de todos os dispositivos eletrónicos instalados na mesma.

Por exemplo, neste tipo de casas, a iluminação, o aquecimento, o ar condicionado, sistemas de segurança e câmaras de vigilância estão todos interligados e podem ser controlados a partir de qualquer divisão da casa, ou remotamente a partir de qualquer lugar do mundo, por meio de sistemas de telecomunicações, computadores, *tablets* ou *smartphones*.

Assim, uma casa inteligente configurada com dispositivos interligados (dispositivos de IoT) facilitam a vida dos proprietários, nomeadamente com melhor conforto, segurança e eficiência energética[4].

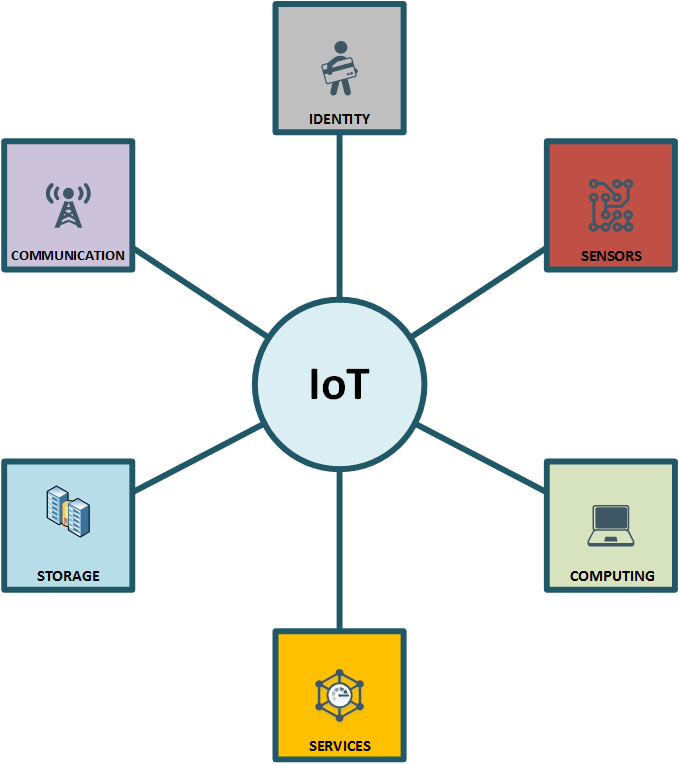
A figura seguinte mostra de uma forma geral todas as valências que podemos encontrar na IoT.

Figura 2 - Panorâmica geral das valências da IoT

Num futuro próximo, todos os equipamentos de conforto em casa (por exemplo, iluminação, aquecimento, ventilação e ar condicionado), dispositivos (por exemplo, frigoríficos, máquinas de lavar e secar roupa) e sistemas de segurança (por exemplo, sensores, monitores, câmaras de vigilância e sistemas de alarme) estará tudo disponível remotamente (pela Internet).

As possibilidades para dispositivos inteligentes de IoT em casa são imensas e podem, de facto, contribuir para melhorar de forma significativa a qualidade de vida de todos os cidadãos, sobretudo os idosos[5]

* 1. Objetivos
* Dotar a casa de uma rede sensorial capaz de recolher as leituras dos sensores
* Configuração dos microcontroladores responsáveis pelo envio das leituras dos sensores ao *gateway*
* Configuração dos atuadores e suas respetivas ações
* Configurar a *gateway* para envio das leituras para a plataforma de gestão
* Criar uma plataforma agregadora de forma a gerir os dados de todos sensores da casa
* Criar algoritmos para o bem estar dos idosos
  1. Organização do Documento

Apresentamos de seguida uma breve descrição do restante capítulos deste relatório.

No Capítulo 2 descrevemos o estado da arte onde podemos analisar o paradigma atual em relação às soluções para *Smart Homes* disponíveis no mercado e suas tecnologias inerentes.

No Capítulo 3 é descrita a arquitetura da solução, mostramos o que foi tido em conta nas tecnologias utilizadas assim como nas ligações entre todos os dispositivos da solução.

No Capítulo 4, é demonstrado as tecnologias disponíveis para a implementação do projeto, caracterizando cada uma das tecnologias, assinalando os seus pontos fortes e a razão pela qual optámos pela sua inclusão.

No Capítulo 5, é efetuada uma análise detalhada ao desenvolvimento e implementação do projeto, onde abordamos as configurações de sensores e microcontroladores, as comunicações entre a rede sensorial, microcontroladores e gateway, e publicação das leituras na plataforma agregadora de monitorização.

No Capítulo 6, são apresentados os testes realizados de forma a provar que a solução implementada não apresentava nem erros nem falsos positivos, estando assim apta para entrar em fase de produção.

No capitulo 7, é apresentada a conclusão de todo este projeto, e também apresentamos algumas ideias que pretendemos implementar num futuro próximo que podem adicionar mais valias a este projeto.



Estado da Arte

No presente capítulo apresentamos o conhecimento fundamental sobre o qual se desenvolve este projeto. Este estudo foi realizado após leitura de várias publicações e, de uma forma mais específica, da nossa avaliação sobre o que aplicar na nossa solução.

* 1. Paradigma Atual[6]

Nos dias de hoje estamos cada vez mais ligados a tudo aquilo que se relaciona com o mundo, e isso deve-se substancialmente ao grande avanço das tecnologias de comunicação nomeadamente as tecnologias sem fios.

Os dispositivos trocam informação com outros dispositivos, adicionando a capacidade sensorial e da comunicação com pouca ou nenhuma necessidade de intervenção humana.

Deste modo, o termo IoT centra-se na capacidade sensorial e Rede/ Comunicação, pois os sensores podem ser distribuídos por todo o lado, para que possam obter diferentes tipos de informações em diferentes localizações, partilhando a sua informação para que os utilizadores possam monitorizar.

O crescimento das tecnologias IoT, gerou um impacto enorme nas vidas modernas, podemos ver alguns indicadores de diversas fontes que demonstram isso mesmo:

* – Nos próximos 20 anos vão ser gastos 41 triliões de dólares na atualização das infraestruturas (por Intel);
* – Em 2020 as tecnologias IoT irão gera 22 vezes mais tráfego de dados (por Freescale);
* – Em 2020 40% de todos os dados gerados serão efetuados por sensores ligados (por Fros & Sullivan);
* – 96% dos líderes empresariais planeiam usar IoT nos próximos 3 anos (por Wired);
* – A IoT conduzirá a uma redução de 25% de manutenção de ativos e 35% de redução do tempo de inatividade (por Departamento de Energia U.S).
* – Vão ser economizados 970 dólares por cada veículo de frota por ano (por Cisco);

Atendo a todos estes dados resolvemos desenvolver o nosso projeto nesta temática, visto acompanhar as tendências tecnológicas, e também atendendo ser uma área de extrema utilidade uma vez que pode dotar as casas com mais conforto e segurança.

* 1. Soluções de Mercado

De seguida passamos a mostrar algumas soluções de mercado na área das casas inteligentes para se poder fazer uma comparação com a nossa solução.

A solução da EDP Ready[7], apresenta uma solução com bastantes funcionalidades nomeadamente análise de consumos de energia, desde consumos diários, por equipamento em que tarifas, pode-se monitorizar a produção de energia solar, nesta solução consegue-se controlar alguns equipamentos e acondicionado remotamente.

A figura seguinte representa a solução acima descrita.



Figura 3 - EDP Ready Smart Home[7]

Uma outra solução que recentemente surgiu no mercado é a *Smart Home* da MEO[8], que proporciona similares funcionalidade como as demais, automação de procedimentos, monitorização de sensores, deteção de intrusos recorrendo a camaras e a sensores de movimento.

A figura seguinte representa a solução acima descrita.

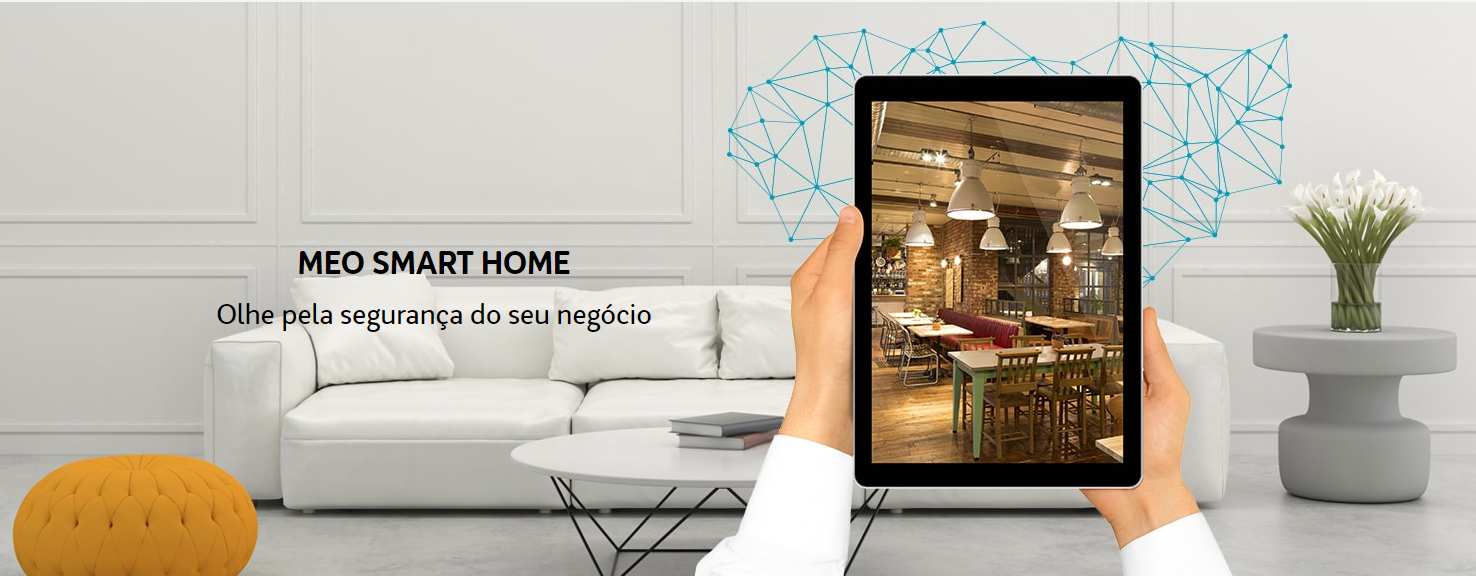


Figura 4 - MEO Smart Home[8]

Apresentamos mais uma solução académica de *Smart Home* realizada por Samuel Tanga, Vineetha Kalavallya, Kok Yew Nga,∗, Jussi Parkkinenb,[9] que consiste em criar uma *Smar Home* com controle de iluminação.

A figura seguinte representa a solução acima descrita.

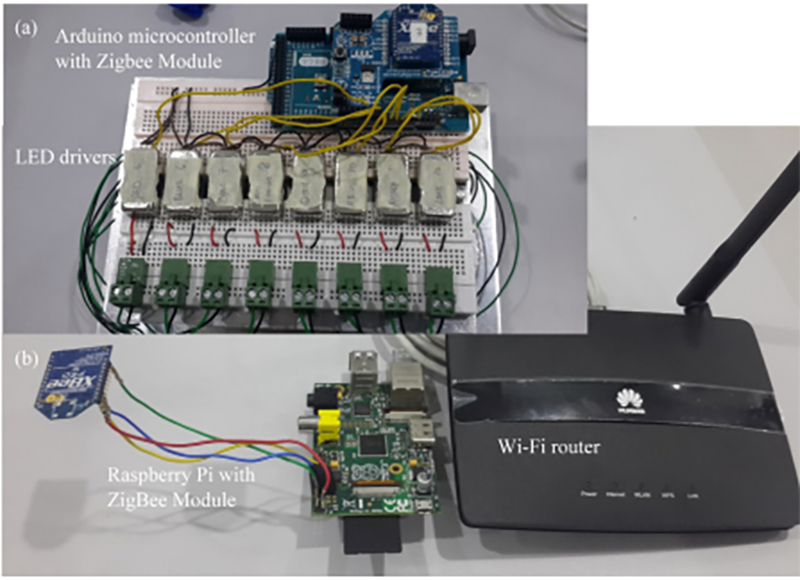


Figura 5 - Mecanismos de configuração do controle de Iluminação

Analisando as propostas existentes no mercado retirámos ideias e desenvolvemos o nosso projeto incorporando algumas das valências já anteriormente mostradas e adicionando outras, tonando a nossa solução numa mais valia.

* 1. Síntese

Este capítulo explora o paradigma atual das IoT mostrando o impacto que este tipo de tecnologias tem vindo a desempenhar nas vidas das pessoas, também procurámos analisar algumas soluções de mercado e académicas, enquadrando assim a nossa solução na área das Iot.



Arquitetura

Este capítulo é representativo da forma como a nossa solução está estruturada, mostrando de uma forma clara e objetiva todos os componentes e módulos que a integram, assim como todos os fluxos de informação entre todos os dispositivos.

* 1. Arquitetura do Sistema

Em termos de arquitetura, o funcionamento do projeto assenta sobretudo na rede sensorial, responsável por realizar as leituras de acordo com o tipo sensor configurado. Cada sensor está ligado a um microcontrolador que tem como função a comunicação dos dados recebidos do respetivo sensor para o *gateway*.

As comunicações entre sensor e microcontrolador são diretas por via de cabos, todas as comunicações restantes recorrem à rede sem fios, garantindo a modularidade, de salientar que o protocolo que é usado para a transmissão dos dados entre o microcontrolador e o *gateway* é o MQTT[10].

No *gateway*, está configurado o broker que subscreve as mensagens enviadas por cada sensor, processando depois os dados recebidos e enviando para a plataforma de controle e monitorização para consulta e gestão por parte do utilizador.

Na plataforma de controle e monitorização elaborada pelos elementos do Módulo II, são configurados todos os processos de automatização e de alertas da casa, dando uma grande flexibilidade ao utilizador para poder gerir de uma forma fácil e eficiente todas as valências da sua *Smart Home*.

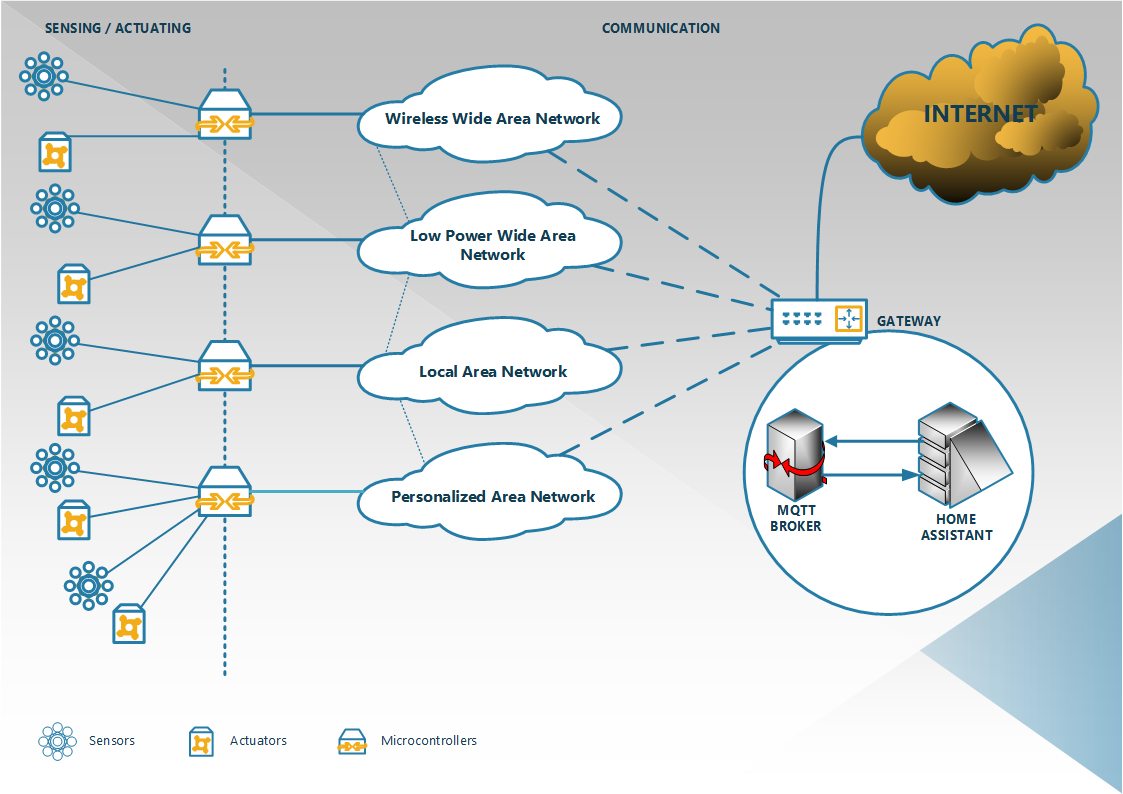
A imagem que apresentamos de seguida mostra de uma forma genérica a arquitetura da nossa solução, onde podemos ver os diversos tipos de comunicações, ficando-se com uma ideia geral do processamento da informação.

Figura 6 - Arquitetura geral da solução proposta

Com este tipo de arquitetura garantimos que a modularidade é implementada, com a grande vantagem de conseguir adaptar este tipo de solução à maioria dos projetos de IoT, além de dentro da própria solução em qualquer altura é bastante fácil acrescentar novos módulos.

A imagem que apresentamos de seguida mostra de uma forma simples como cada módulo da arquitetura interage entre si, mostrando como se processam os fluxos de informação.

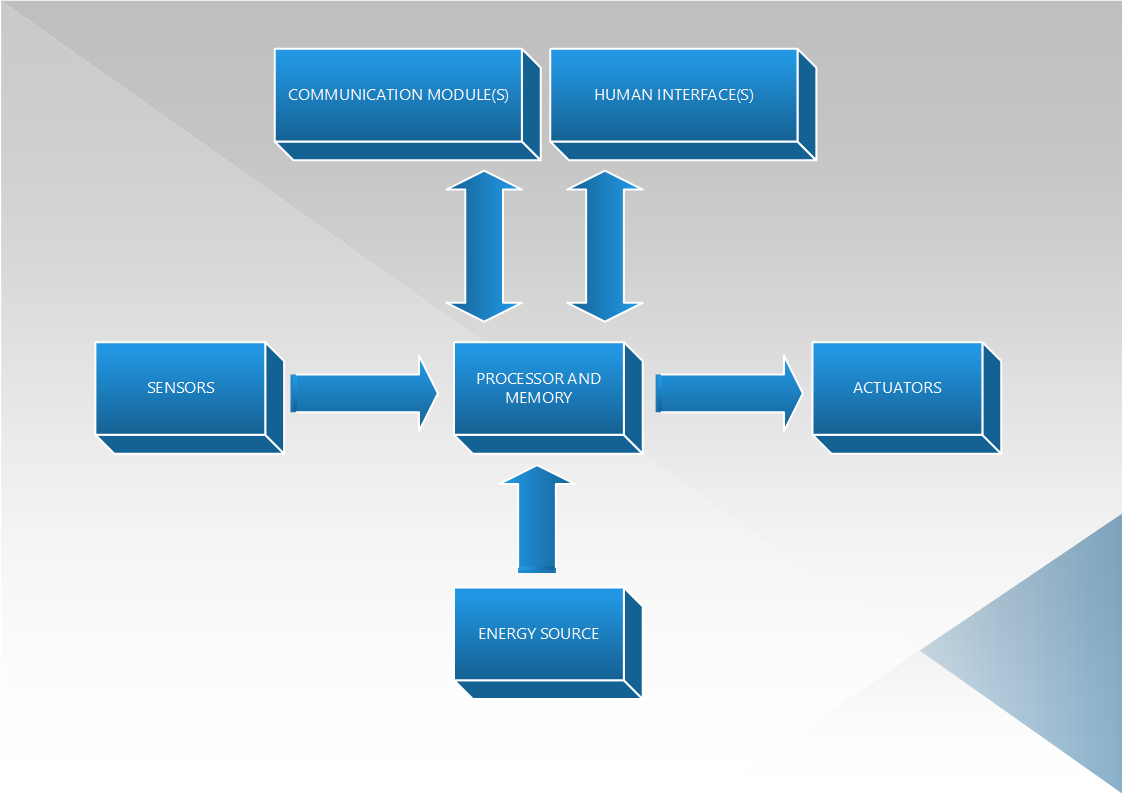


Figura 7 - Fluxos de Informação da arquitetura

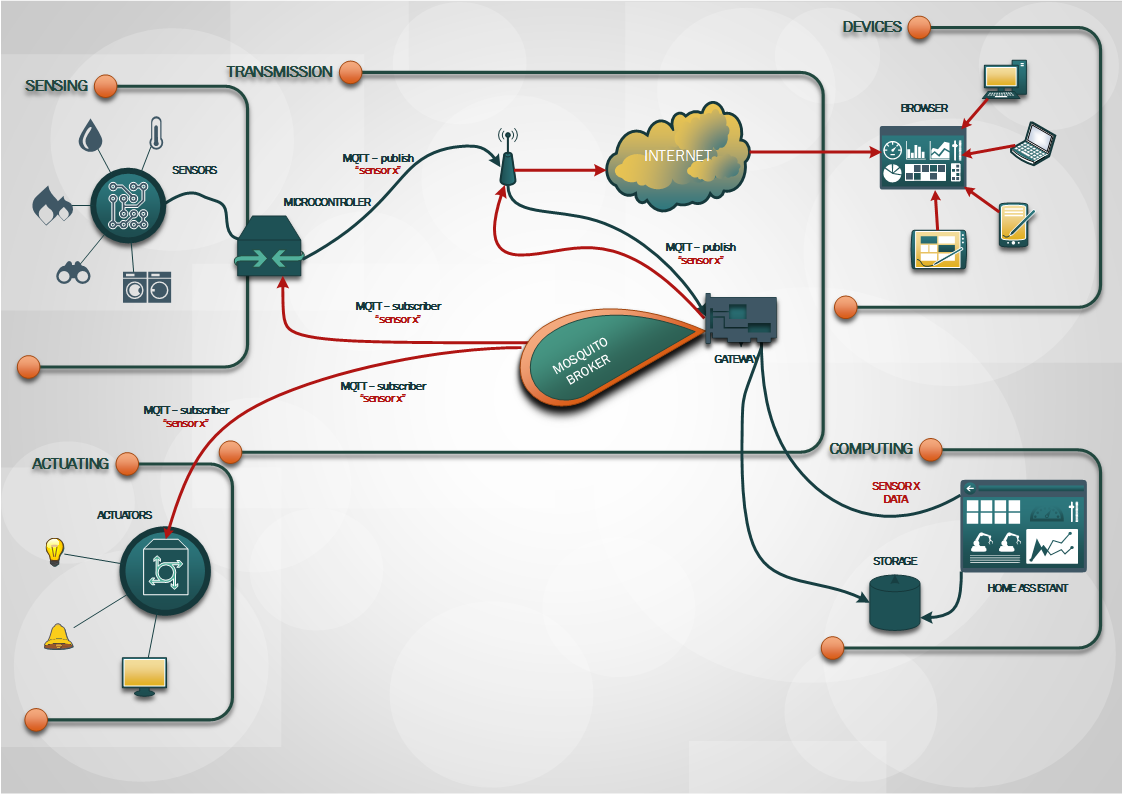
Na figura seguinte apresentamos de uma forma mais específica os fluxos de informação dentro da arquitetura do nosso projeto, podendo.se observar as comunicações de dados entre os variados dispositivos.

Figura 8 - Fluxos de Informação entre dispositivos

A rede sensorial e os microcontroladores são ligados diretamente por cabos, vulgo *jumper wires,* na maioria dos casos, cada sensor estará agregado a um só microcontrolador, por questões de otimização e performance, no entanto há (poderá) haver casos em que um microcontrolador tenha mais quem um sensor agregado, visto a solução ter sensores que trabalham em conjunto, e neste caso o desenvolvimento fica simplificado.

Os atuadores também ficam agregados a um microcontrolador, e recebem as instruções de atuação vindas dos sensores, um atuador poderá receber instruções de mais do que um sensor, como é o caso do display LCD que poderá mostrar diversos tipos de informação de diversos sensores.

As comunicações entre microcontroladores são efetuadas recorrendo à rede sem fios sobre protocolo TCP/IP, garantindo deste modo a modularidade da solução, sendo fácil escalar para mais valências. Deste modo por forma a trocar os dados dos sensores com os atuadores, recorremos ao protocolo MQTT, sendo que quem envia dados publica mensagens no protocolo, e quem recebe dados subscreve exatamente essas mesmas mensagens, ficando assim completo o circuito de comunicação.

Todo este processamento é efetuado no *gateway* da solução, no nosso caso será um microcomputador Raspberry Pi3, que será responsável por todo o processamento de dados.

A solução de controlo e monitorização está configurada no *gateway*, garantindo assim um elevado grau de segurança à solução assim como um sistema mais otimizado, e neste caso a informação é publicada recorrendo também ao protocolo MQTT, ficando a plataforma subscrever as mensagens dos respetivos sensores.

A figura seguinte demonstra as ideias acima referidas e consegue-.se ter a perceção do funcionamento da arquitetura da nossa solução.

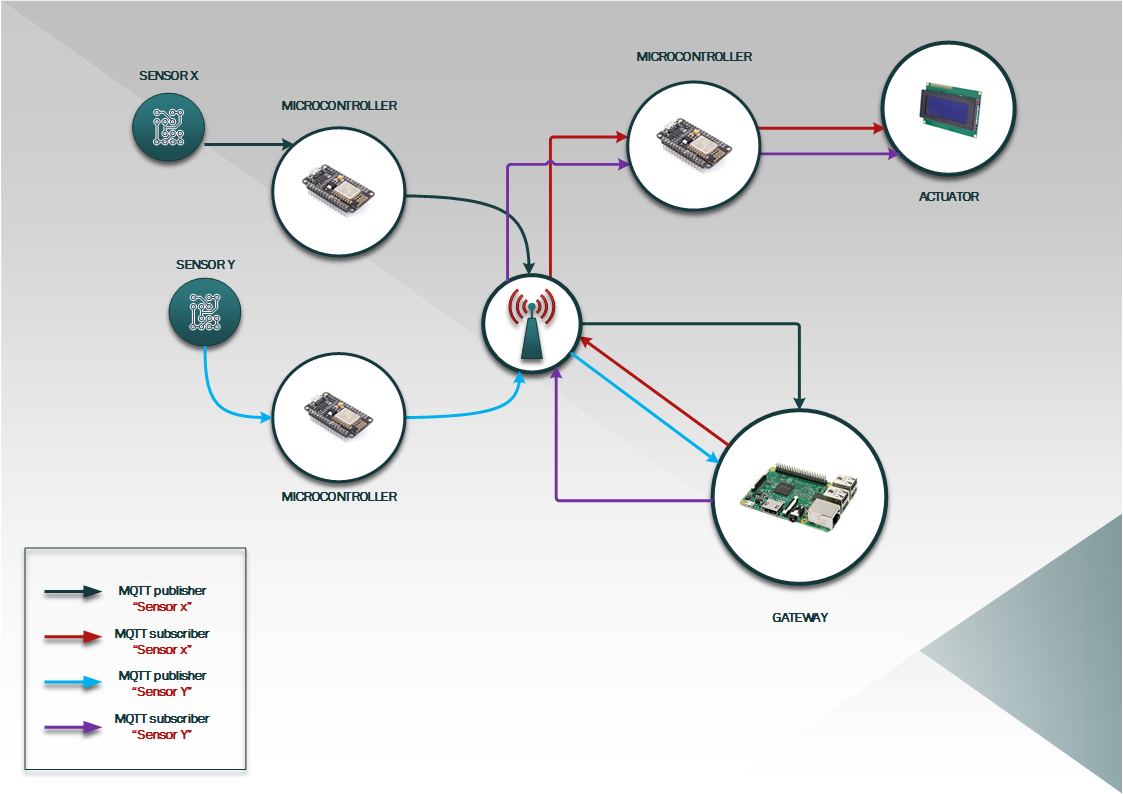


Figura 9 - Esquema de comunicação entre sensores e atuadores

* 1. Síntese

Este capítulo sintetizou a forma como a solução do projeto foi desenhada, conseguindo-se assim desta forma ter uma panorâmica geral do funcionamento da solução, assim como identificar todos os módulos do projeto e suas interações, bem como perceber como se processam todos os fluxos de informação dentro da *Smart Home.*



Tecnologias

Com a evolução cada vez mais rápida das tecnologias disponíveis, considerámos essencial e bastante importante fazer uma análise prévia de quais eram os requisitos tecnológicos necessários e quais seriam as melhores ferramentas para os satisfazer, de forma a ir ao encontro que pretendíamos dar ao nosso projeto, de ser facilmente escalável.

* 1. Requisitos tecnológicos

Logo que tivemos conhecimento da aprovação do projeto e depois do primeiro encontro com o professor orientador, definimos os critérios tecnológicos para o projeto. Estes requisitos tinham como base essencial o objetivo da modularidade da solução, para mais tarde permitir uma escalabilidade mais simplificada:

* Utilizar os sensores com arquitetura modular;
* Utilizar preferencialmente tecnologias sem fios para as comunicações dos dados;
* Possibilidade de monitorização das leituras dos sensores numa plataforma agregadora;
* Ser uma solução *low cost*;

Quando falamos da IoT não nos podemos referir como uma tecnologia isolada, pois existe um conjunto de fatores que determina como o conceito é constituído. Existem essencialmente, três componentes que necessitaram de estar interligados para garantir que temos uma solução de IoT: dispositivos (sensores, atuadores, microcontroladores, etc.), redes de comunicação (WAN, LAN, etc.) e sistemas de controle (computação, armazenamento, etc.).

Tendo em conta todos estes pressupostos acima referidos, de seguida passamos a apresentar as tecnologias que adotámos para o nosso projeto

* 1. Tecnologias Rede Sensorial

Em qualquer solução de IoT os dispositivos exercem um papel fundamental na estruturação da solução, podemos encontrar vários tipos, desde os sensores que recolhem os dados da casa, os microcontroladores responsáveis por fazerem a ponte entre os sensores e a *gateway*, os atuadores que exercem ações mediante determinados valores dos sensores.

Não menos importantes são os dispositivos de comunicação, responsáveis por fazer a ponte das tecnologias do interior da casa com o exterior, nomeadamente, a comunicação com a plataforma *front-end*, responsável pela monitorização das leituras dos sensores da casa.

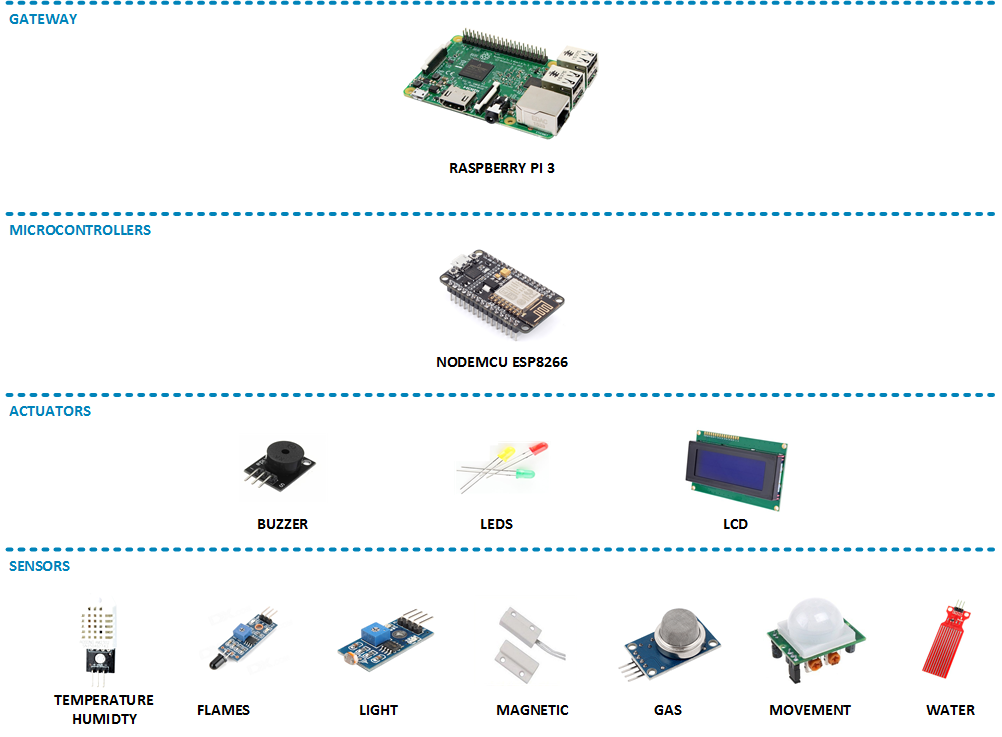
A figura seguinte demonstra de uma forma geral os diversos dispositivos que podemos encontrar na nossa solução.

Figura 10 - Dispositivos por categoria

Tendo em conta todos os pressupostos acima referidos, passamos, de seguida a apresentar as tecnologias que adotámos para o nosso projeto, começando de baixo para cima em termos hierárquicos, dos sensores ao *gateway*.

* + 1. Sensor Temperatura / Humidade [11]

Este sensor vai-nos permitir monitorizar em tempo real os valores da temperatura e da humidade existentes nas divisões da casa onde esteja configurado, no nosso caso irá estar na sala.

Este sensor permite fazer leituras de temperaturas entre -40 a +80 graus Celsius e Humidade entre 0 a 100%, sendo bastante preciso de fácil utilização com qualquer tipo de microcontrolador, seja Arduíno, esp8266, etc. sendo apenas necessário fazer as leituras recorrendo a um *pin* digital.

Este sensor é formado por um sensor de humidade capacitivo e um termómetro para medir o ar em seu redor, enviando no pino de dados um sinal digital.

* + 1. Sensor de chamas [12]

Este sensor de extrema importância vai monitorizar a deteção de chamas ou fogo nas divisões da casa em que estiver configurado, no nosso caso será na cozinha, visto ser o local com maior probabilidade de tal acidente acontecer.

Este sensor tem capacidade para detetar fontes de chama ou outras fontes de calor que possuam tamanho de onda entre 760-1100nm, e o ângulo de deteção pode chegar a 60 graus.

Outra particularidade deste sensor é que as leituras podem ser realizadas recorrendo ao pin analógico ou ao pin digital, tal como a maioria dos sensores também é de fácil utilização com a maioria dos microcontroladores, opera entre 3.3V-5V, e dependendo dos modelos pode-se ajustar a sensibilidade recorrendo ao potenciómetro que possui na sua placa.

* + 1. Sensor de Luz [13]

Este sensor vai permitir que se consiga automatizar a iluminação da casa, atuando em conjunto com o sensor de movimento (PIR), assim quando a luz desce abaixo do valor de *threshold* definido, e caso haja movimento na divisão em que ambos estão configurados, as luzes da divisão acendem automaticamente, este sistema pode ser desativado caso o utilizador assim o deseje, passando a iluminação a ser efetuada de forma manual.

Em termos de características gerais, as leituras são executadas através do pin digital, pode operar entre 3,3V-5V, dependendo dos modelos pode-se ajustar a sensibilidade recorrendo ao potenciómetro que possui na sua placa, e acompanhando a generalidade dos sensores é de fácil utilização.

* + 1. Sensor de Movimento e Presença (PIR) [14]

O Sensor de Movimento e Presença PIR (Passive Infrared) consegue detetar o movimento de pessoas ou objetos que estejam numa área de até 7 metros, atuando em conjunto com o sensor de luz, torna-se bastante útil pois consegue-se deste modo automatizar o sistema de iluminação sempre que há movimento nas divisões onde o sensor está configurado.

Neste sensor pode-se ainda ajustar a sua sensibilidade (pode variar entre 5-200 seg.) de atuação bem como a duração do tempo de espera para estabilização do PIR através do potenciômetro que possui na sua placa.

Em termos de características gerais opera entre 4,5V-20V, é um sensor de infravermelhos, consegue-se ajustar tempo e sensibilidade, estado Alto significa indícios de movimento, mantendo-se em desse modo alguns momentos, mesmo após a deteção do movimento e estado baixo quando não é detetado qualquer movimento.

* + 1. Sensor de Água[15]

O sensor de água serve para monitorizar os níveis de água, de profundidade ou pode mesmo ser usado como sensor de chuva, no nosso caso, este sensor vai ser usado como detetor de inundações, sendo configurado na cozinha, uma vez que pode haver eletrodoméstico propensos a causar tais situações.

Este sensor é analógico, pode operar com alimentação entre 3.3V-5V, a tensão de saída varia entre 0V (completamente seco) e ~2.3V (completamente embebido), é um sensor de baixo custo de fácil utilização.

* + 1. Sensor de Gás [16]

O Sensor de gás vai monitorizar a deteção dos diversos gases que podem provocar incidentes graves, nomeadamente gás de cozinha, gás natural, etc., é um sensor de resposta rápida e alta sensibilidade para GLP (gás de cozinha) e gás natural, e baixa sensibilidade para álcool e fumo, no nosso caso será configurado na cozinha, local este mais sujeito a incidentes com estes diversos tipos de gases.

Este sensor pode ser ligado a diversos microcontroladores como Arduíno e esp8266, possui saída digital e analógica, opera com alimentação a 5V e pode-se ajustar a sensibilidade recorrendo ao potenciómetro que possui na sua placa.

* + 1. Sensor Magnético [17]

O sensor magnético serve para a deteção de intrusos na casa, o sensor monitoriza a abertura de portas e janelas, elevando assim o nível de segurança, no nosso caso será aplicado na porta de entrada e na janela de um quarto.

O sensor é composto por duas peças que geram um campo magnético entre elas, e quando esse campo é quebrado é sinal que o objeto a que está adstrito foi sujeito a abertura e caso o sistema de alarme esteja ligado disparará o alarme alertando para a possível presença de intrusos.

Em termos de características gerais é do tipo de vibração, é um sensor de saída analógica.

* + 1. Buzzer [18]

O *Buzzer* serve de campainha de alarme ou para os mais diversos alertas, atuando de acordo os valores dos variados sensores, disparando som quando alguma das leituras efetuadas devolveu alguma anomalia.

Este atuador opera com alimentação a 5V e é do tipo passivo.

* + 1. Leds [19]

Os Leds servem como simulação do sistema de iluminação da casa, estando configurados nas divisões da casa, estes atuadores operam numa tensão máxima de 2,2V e uma corrente máxima de 20mA, geralmente são utilizados em conjunto com uma resistência de 220Ω para evitar a sobrecarga de energia e a consequente danificação.

* + 1. Liquid Crystal Display (LCD)

O *display* LCD serve para similar a consola de informação da casa, podendo ser consultada informação em tempo real dos valores captados pelos sensores, os alertas gerados também são mostrados no display.

No nosso caso este *display* estará fixo na base da maquete construída para o efeito, para ser de fácil leitura.

Este atuador tem 20 colunas por 4 linhas, cor do fundo azul e cor da escrita branco, pode-se regular o contraste do display recorrendo ao potenciómetro que possui na sua placa, e para facilitar as ligações aos diversos microcontroladores, o *display* vem acoplado a um módulo de comunicação I2C (*Integrated Circuit*) que permite que as ligações sejam efetuadas recorrendo apenas a 4 ligações (VCC, GND, SDA e SCL).

* + 1. Node MCU ESP8266 [20]

Esta placa microcontroladora desempenha papel fundamental na arquitetura modelar que projetámos, visto cada dispositivo poder acoplar os sensores de forma simples e de fácil escalabilidade, podendo à medida das necessidades ir acrescentando sensores sem alterar a forma da arquitetura.

Esta placa possui microcontroladora possui três versões, embora no projeto só utilizamos as versões 2 e 3, que entre elas têm pequenas diferenças, que passamos a identificar.

A versão dois surgiu para corrigir algumas pequenas deficiências da versão um, aparecendo com um tamanho mais reduzido, mais indicado para incluir nas *breadboards*, para uma utilização mais fácil e o chip foi atualizado para a versão ESP-12E.

A versão três não surge como uma versão oficial, mas sim como uma invenção do autor LoLin[21] que melhorou algumas funcionalidades em relação à versão dois. As mudanças mais significas e visíveis são a nível do tamanho, esta versão é consideravelmente maior que a sua antecessora, também houve algumas alterações a nível do *pinout,* tendo utilizado um dos *pins* reservados para energia USB e outro para terra.

Na imagem seguinte estão representadas as diferenças no pinou de ambas as versões do NodeMCU ESP8266.

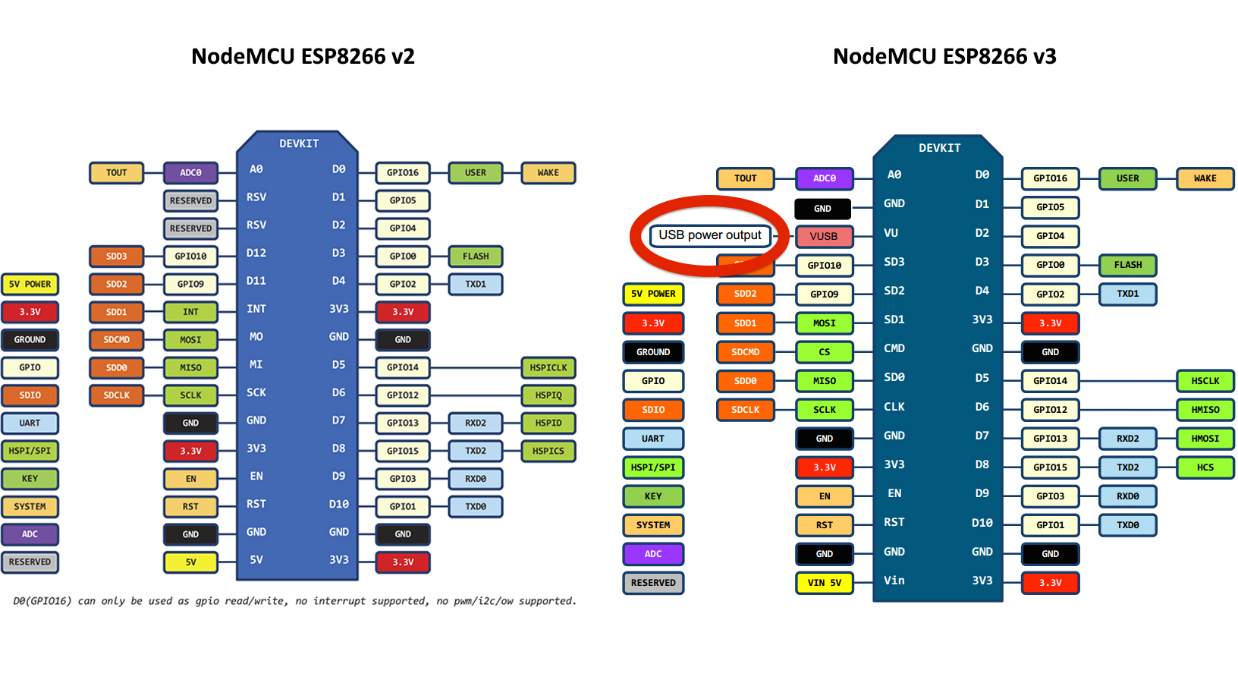


Figura 11 - Comparação das versões do NodeMCU ESP8266[20]

* + 1. Raspberry Pi 3[22]

O minicomputador raspberry pi 3 tem um papel fulcral na nossa arquitetura, sendo utilizado como *gateway* de todas as comunicações internas, fazendo a ponte entre todos os sensores com a plataforma controlo e monitorização, configurada no próprio *raspberry* e também com o exterior estando dando a capacidade à solução de poder comunicar com uma eventual plataforma de *frontend,* esta a ser desenvolvida no módulo 3.

No *raspberry* está configurado o Mosquito[23] broker de MQTT responsável por subscrever as mensagens dos sensores recebendo assim os dados das leituras.

* 1. Redes de comunicação
     1. Comunicação Rede Sensorial com Gateway

Por forma a seguirmos de acordo com um dos objetivos principais, que era dotar a solução de modularidade, desenhámos a arquitetura para recorrer ao uso da rede sem fios (*wi-fi*), para a comunicação entre os microcontroladores e o *gateway*, de modo a permitir a escalabilidade de uma forma simples e rápida, assim como todas as eventuais comunicações com o exterior também serão efetuadas recorrendo a este tipo de comunicação.

* + 1. Protocolo de comunicação MQTT[10]

O protocolo MQTT é um protocolo de ligação máquina-a-máquina (M2M) ideal para aplicar em soluções de "Internet das coisas". Foi idealizado para transporte de mensagens *publish/subscriber*, tornando-o um protocolo extremamente leve, consumindo poucos recursos do sistema.

Foi concebido para dispositivos restritos e redes com baixa largura de banda, Este protocolo também é bastante usado para aplicações móveis devido ao seu pequeno tamanho, com baixo consumo de energia, utilizando pequenos pacotes de dados e possuindo uma distribuição eficiente de informações para um ou vários recetores.

Este protocolo foi desenhado com o intuito de minimizar ligações com baixa largura de banda e para dispositivos com poucos recursos, tentando garantir a confiabilidade e com algum grau de garantia de entrega.

O MQTT funciona sobre TCP/IP no porto 1883 por omissão, reservado na IANA[24], e tem também o porto 8883 reservado para ligações sobre SSL[25].

Na nossa solução os dados das leituras recolhidas pelos sensores, são transmitidos pelos microcontroladores ESP8266, para o *gateway* recorrendo a este protocolo, sendo que cada sensor publica uma mensagem, onde o *gateway* subscreve todas as mensagens enviadas pelos diversos sensores da solução.

* + 1. Sistemas de controle e monitorização

O sistema de controlo e monitorização está a ser desenvolvido pelo Módulo II, e será o responsável pela coordenação da integração dos dados dos sensores da casa do Módulo I, em que vai possibilitar a consulta e gestão de todas as valências da casa anytime/anywhere.

Após pesquisa de várias soluções de plataformas IoT para controlo e monitorização, por parte dos elementos do Módulo II, os elementos de todos os módulos em consenso decidiram-se pela utilização da plataforma *Home Assistant*[26]*,* sendo esta a que melhor ia de encontro aos requisitos e objetivos delineados para o nosso projeto, sendo a modularidade o ponto fulcral.

* 1. Outras Tecnologias
     1. IDE

O IDE (Integrated Development Environment) é o software utilizado para desenvolver aplicações nas mais diversas linguagens, este tipo de software possui imensos utilitários e ferramentas associadas, que facilitam e agilizam o desenvolvimento de aplicações, ajudam a melhorar a explanação do código, sendo também uma valiosa ferramenta na deteção de erros.

Neste projeto foram utilizadas duas aplicações para criação edição dos ficheiros de código que configuraram os microcontroladores de modo a executarem as ações pretendidas. O Visual Studio Enterprise 2017[27], com utilização de licença oficial, resultado da parceria da escola com a Microsoft, e o Arduíno IDE[28], este *Open Source*.1

Estas escolhas foram efetuadas de acordo com as nossas preferências, de modo a agilizar e facilitar o processo de desenvolvimento, em ambos os IDE utilizámos a linguagem C++ para desenvolver os scripts.

De seguida apresentamos duas imagens exemplificativas da interface de desenvolvimento de cada um dos IDE’s referenciamos acima.

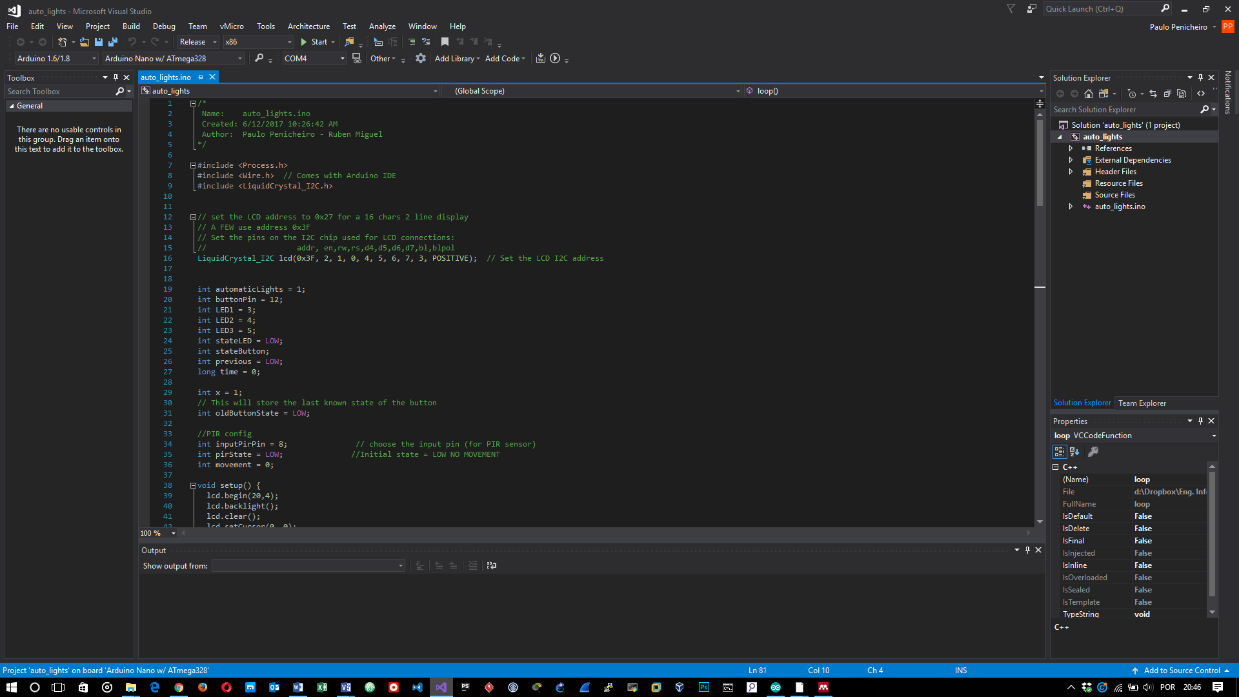
****

Figura 12 - Visual Studio Enterprise 2017

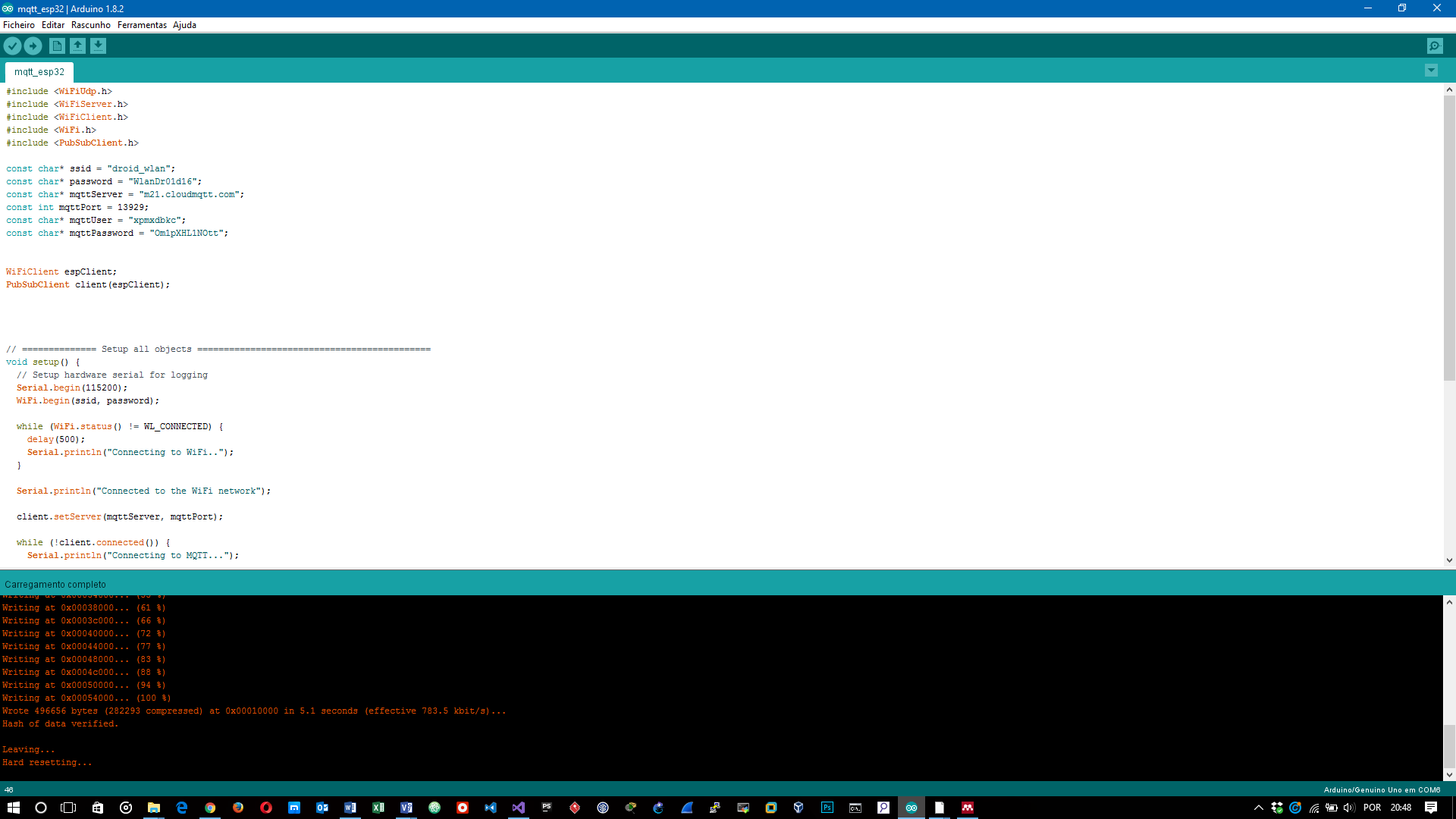


Figura 13 - Arduino IDE

O *Visual Studio* tem uma interface poderosa, que ajuda bastante no desenvolvimento do código, o *code completion* é sem dúvida uma mais valia, poupando tempo e agilizando tarefas, sendo essa uma das grandes razões porque adotámos este IDE.

No entanto, como não é IDE oficial para as tecnologias IoT, na compilação e envio do script para o microcontrolador, deparámo-nos com alguns problemas de incompatibilidade, pelo que recorremos ao Arduíno IDE, este bastante mais simples de utilizar e consumindo menos recursos de sistema, mas que nos garantia que o script era compilado e enviado com sucesso para o microcontrolador.

* + 1. Controlo de Versões

O controlo de versões é um sistema usado por equipas de desenvolvimento para registar todas as mudanças efetuadas num ficheiro ou conjuntos de ficheiros, visto todas as alterações serem registadas. Uma das grandes vantagens é poder recuperar versões anteriores caso haja alguma anomalia na versão em que a equipa de desenvolvimento trabalha atualmente.

Ao utilizar um sistema de controlo de versões, conseguimos ter acesso a um repositório central para os vários utilizadores de uma determinada solução, sendo de extrema importância para o desenvolvimento de qualquer trabalho em equipa, onde todos os elementos têm sempre acesso à última versão, uma vez que o sistema sempre que algum dos utilizadores faz um *push*, automaticamente faz oc *merge* das mudanças efetuadas para o repositório central, caso não haja qualquer tipo de conflito, caso contrário os conflitos terão de ser resolvidos antes de se efetuar o *push*.

Cada versão da solução no repositório central contem um log de todas as alterações efetuadas por cada um dos elementos da equipa, indicando assim a toda a equipa todas as modificações efetuadas e os locais onde tiveram efeito.

No nosso projeto recorremos ao SourceTree[29], visto ser um sistema de controlo de versões Open-Source trabalhando diretamente com o repositório GitHub[30], onde todas as versões da solução são alojadas e guardadas. É um sistema que consome poucos recursos e bastante eficaz de utilizar e configurar, suportando as funções essenciais para um controlo de versões.

* 1. Síntese

Este capítulo é representativo das tecnologias adotadas no nosso projeto, mostrando também as opções tomadas aquando da seleção das tecnologias, umas por concluirmos serem as mais indicadas, tendo em conta os requisitos e objetivos do projeto, e outras por mera opção pessoal.



Desenvolvimento e Implementação

Este capítulo descreve de uma forma pormenorizada todas as fases no desenvolvimento e implementação do projeto, desta forma fica-se com a noção exata de todos os processos evolutivos.

* 1. Planeamento e Calendarização

Por forma a que o processo de desenvolvimento e implementação evoluísse de forma organizada e dentro dos prazos estabelecidos, recorremos a um planeamento de etapas mediante uma calendarização.

Na primeira reunião com o professor orientador, definimos algumas estratégias de implementação e seus prazos, por forma a gerirmos o nosso trabalho de forma correta, e ao longo das reuniões durante este processo ia-se ajustando algumas etapas à medida das nossas necessidades e de acordo com a complexidade que cada uma delas exigia.

Não sendo um projeto de programação embora o trabalho seja efetuado em equipa e também contenha algum desenvolvimento, adotámos estratégias para melhor gerir o trabalho em equipa, sendo os elementos deste módulo de cidades diferentes, comunicávamos todos os dias via ferramentas de conferência para definir ordem de trabalhos e trocarmos impressões sobre dificuldades que iam surgindo.

Também criámos um repositório de versões para todos os documentos elaborados ao longo deste processo, de forma a ter sempre uma versão funcional e ambos os elementos estarem sempre atualizados das alterações feitas por cada um.

Na tabela seguinte apresentamos o processo evolutivo da implementação do nosso projeto, bem como a calendarização adotada para que todas as etapas pudessem ser concluídas com o devido sucesso dentro dos prazos estabelecidos

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 07/03/2017 | 14/03/2017 | 21/03/2017 | 28/03/2017 | 04/04/2017 | 11/04/2017 | 18/04/2017 | 25/04/2017 | 02/05/2017 | 09/05/2017 | 16/05/2017 | 23/05/2017 | 30/05/2017 | 06/06/2017 | 13/06/2017 | 20/05/2017 | 27/05/2017 |
| Análise da autoproposta |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Primeira Reunião com o orientador para definir Estratégias |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Definir Arquitetura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pesquisar Sensores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pesquisar Soluções de Mercado |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pesquisa de Tecnologias |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elaboração do Relatório |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Definir Estrutura da Maquete de Suporte |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Seleção Sensores e Microcontroladores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Seleção Microcontroladores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elaboração da Maquete |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Programação dos Sensores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Criação da plataforma de monitorização |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Publicação dos dados dos sensores na plataforma |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementação dos sensores e estrutura de comunicação na maquete de suporte |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Testes Unitários |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Acabamentos da Maquete |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Teste Final |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Versão Final |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Tabela 1 - Calendarização das etapas do projeto

* 1. Maquete de Suporte

A maquete de suporte é elemento fundamental pois é o que vai conter toda a estrutura tecnológica do nosso projeto. Optámos por construir uma maquete 3D representativa de uma casa de dimensões médias, contendo espaços exteriores inclusive com uma piscina.

Em cada divisão serão instalados alguns sensores representativos de una solução final, toda a parte da estrutura de comunicação fica na caixa de ar por baixo da estrutura da casa, ficando assim oculta e protegida.

A *Smart Home* foi construída à base de esferovite, visto ser um material de fácil manuseio, e com uma base em madeira para garantir toda a sustentabilidade da infraestrutura tecnológica.

As figuras que se seguem são demonstrativas de alguns passos da construção da maquete de suporte ao nosso projeto.



Figura 14 - Fase de Construção da Maquete de Suporte – I

A figura seguinte demonstra a maquete de suporte já finalizada

[INSERIR FOTO DO PROJETO FINALIZADO]

* 1. Sistema de controlo e monitorização

asdad

* 1. Estrutura de sensores

sfasdasda

* + 1. Sensor de temperatura

adasdsad

* + 1. Sensor de água

adasdasd

* + 1. Sensor de gás

adsadsda

* + 1. Sensor de chamas

dasdsadsadd

* + 1. Sensor de luz

asdsadsadads

* + 1. Sensor magnético

asdsadsadsad

* + 1. Sensor de movimento

sdasdsadasd

* 1. Estrutura de atuadores e elementos de output
     1. LCD

adasdsadasdsad

* + 1. Buzzer

adasdasddsa

* + 1. Keypad

asdasdasdsad

* 1. estrutura de comunicação microcontroladores e gateway
     1. esp8266

asadasdadsd

* + 1. raspberry Pi 3

adasdasdsad

* 1. Relatório

O relatório foi sido desenvolvido ao logo de todo o processo de elaboração do projeto, adicionando-se informação á medida que se iam implementando as diversas valências da solução, no entanto, foi nas semanas finais que nos focámos essencialmente no relatório avançando de forma intensa até à sua conclusão.

* 1. Síntese

Este capítulo sintetizou os algoritmos xpto …..



Testes e Resultados

Este capítulo descreve toda a bateria de testes realizada de forma a verificar o correto funcionamento da solução, desde os testes unitários por valência, até ao teste final de toda a solução integrada.

* 1. Leituras dos sensores

Esta secção apresenta … [1].

* 1. Comunicação sensores - microcontrolador - gateway
  2. Post das leituas dos sensores na plataforma web
  3. Automação
  4. Síntese

Este capítulo sintetizou os algoritmos xpto …..



Conclusão

Este projeto surgiu na continuação do projeto desenvolvido ao longo do 1º Semestre na unidade curricular Engenharia de Sistemas e Serviços, e a abordagem adotada foi no sentido de melhorar o projeto anterior e também dotá-lo de novas valências, recorrendo ás tecnologias existentes.

Um dos principais objetivos do projeto era o de dotar uma casa de uma infraestrutura tecnológica capaz de fornecer mais conforto e segurança aos seus moradores, e ao mesmo tempo desenvolver algum tipo de algoritmo que pudesse ser uma mais valia no bem-estar dos idosos.

Uma das preocupações que tivemos foi de tornar este projeto numa solução modular, daí o cuidado na escolha da arquitetura de modo a ser de fácil escalabilidade, pretendendo que adicionar mais sensores às valências existentes ou mesmo o adicionar de novas valências fosse um trabalho quase transparente.

Tendo estes pressupostos como base do nosso trabalho, o nosso projeto foi sendo desenvolvido com bastante envolvimento e entusiasmo quer por parte dos alunos quer por parte do professor orientador, de modo a garantir que tínhamos corretamente interpretado todas as funcionalidades do projeto.

De acordo com o trabalho desenvolvido ao longo do projeto, na nossa opinião os objetivos foram atingidos de grosso modo. Para além das funcionalidades normais exigidas a um projeto deste tipo, achámos que a implementação da modularidade da arquitetura tenha requerido um esforço adicional, acrescentou um enorme nível de flexibilidade à solução, permitindo uma escalabilidade bem mais fácil numa expansão futura.

De forma a permitir a modularidade da arquitetura recorremos aos microcontroladores ESP8266, de forma a dotar cada sensor de comunicação sem fios, permitindo adicionar mais sensores, com enorme facilidade, sendo que a comunicação com a *gateway* seria sempre efetuada recorrendo ao MQTT, estando o broker alojado na própria *gateway*.

Em termos de atribuição de tarefas e distribuição de funções, tudo foi realizado de modo bastante cooperativo entre os elementos que desenvolveram este módulo, permitindo que em conjunto com o orientador fosse possível atingir os objetivos e prazos de calendarização propostos.

No final pretendíamos ter uma *Smart Home* o mais precisa possível e que satisfizesse as necessidades a que se propôs. Consideramos que esse objetivo foi atingido, o que constitui um sinal positivo, sobre todos os conhecimentos que fomos adquirindo ao longo da licenciatura de Engenharia Informática, assim como outras capacidades que nos oferecem mais valias e utilidade tanto para a nossa vida profissional como para a nossa evolução como pessoas.

Talvez mais importante que a profundidade dos conhecimentos ministrados por todo o corpo docente, foram as bases que adquirimos para ultrapassar barreiras e novos desafios, de modo a conseguir sempre um resultado efetivo e fiável e atingir todos os objetivos a que nos propusemos.

Podemos mesmo afirmar que todos os conhecimentos, desafios e novas experiências, com que nos fomos deparando ao longo da licenciatura tornaram bem mais fortes os alicerces, para um melhor desempenho a nível profissional, assim como desafios futuros nesta área.

É importante salientar as dificuldades sentidas ao longo da elaboração deste projeto. Somos ambos estudantes do pós-laboral, logo, ambos temos os nossos empregos e a falta de disponibilidade pesquisar, desenvolver e implementar todas as funcionalidades do projeto tornou-se uma grande barreira.

Tivemos que estudar e aprender a utilização de tecnologias e arquiteturas de protocolos de comunicação, que até à data não tinham sido lecionadas no curso, tivemos de lidar com a dificuldade em encontrar os equipamentos necessários de forma a estarem disponíveis para utilização a tempo, mas que com bastante esforço e dedicação fomos ultrapassando da melhor forma.

Na fase de desenvolvimento deparamo-nos com bastantes dificuldades na utilização dos microcontroladores NodeMCU ESP8266, inicialmente não se consegui enviar os scripts de configuração para a placa, onde a solução encontrada após algumas pesquisas foi fazer o flash da rom, passada esta dificuldade, reparámos que também não conseguíamos conectar os microcontroladores às redes Wi-Fi, conseguimos resolver este problema fazendo o *downgrade* para a versão 2.2.0 ao Arduíno IDE.

Finalmente no envio dos dados via mensagem MQTT para a plataforma de controle e monitorização Home Assistant, tivemos alguns problemas, pelo que a solução passou por alterar uma linha da biblioteca PubSubClient.h de #define MQTT\_MAX\_PACKET\_SIZE 128 para #define MQTT\_MAX\_PACKET\_SIZE 256 (linha 26).

Assim, e atendendo a tudo o que foi desenvolvido, consideramo-nos muito satisfeitos com a nossa dedicação e desempenho neste trabalho. Inclusive a elaboração deste projeto deu origem a uma publicação realizada por nós numa conceituada revista da especialidade o que dos enche de muito orgulho.[5]

Aproveitamos para referir que temos aplicado a maioria do nosso tempo livre a este projeto, estando a ser desenvolvido ao longo de 5 meses.

* 1. Desenvolvimento Futuro

Embora este projeto tenha implementando todas as principais funcionalidades pretendidas, pretendemos desenvolver mais as valências dos idosos dotando a solução de algoritmos que previnam acidentes mais comuns assim.

Das funções já implementadas podem ser sempre alvo de atualizações e melhoramentos de forma a solução estar sempre atualizada de forma otimizada.

De seguida destacamos quais os desenvolvimentos futuros que consideramos mais relevantes.

* Elaboração de um algoritmo capaz de detetar quedas dos idosos e ao mesmo tempo gerar um alerta para o cuidador(es) definido(s) na solução;
* Dotar a arquitetura com modularidade de baixo consumo energético recorrendo ás comunicações via Bluetooth 4.2.

# Bibliografia

|  |  |
| --- | --- |
|  | [1] I. Lee and K. Lee, “The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises,” *Bus. Horiz.*, vol. 58, no. 4, pp. 431–440, 2015.  [2] A. Gilchrist, “IIoT Reference Architecture,” in *Industry 4.0*, 2016, pp. 65–86.  [3] C. Perera, C. H. Liu, S. Jayawardena, and M. Chen, “A Survey on Internet of Things from Industrial Market Perspective,” *IEEE Access*, vol. 2, pp. 1660–1679, 2015.  [4] J. Barlow and T. Venables, “Will technological innovation create the true lifetime home?,” *Hous. Stud.*, vol. 19, no. 5, pp. 795–810, 2004.  [5] G. Ferreira, P. Penicheiro, R. Bernardo, L. Mendes, J. Barroso, and A. Pereira, “Low Cost Smart Homes for Elders.”  [6] D. Ricardo, “A Internet das Coisas (IoT) nas nossas vidas,” 2017. [Online]. Available: https://hojemacau.com.mo/2017/02/16/a-internet-das-coisas-iot-nas-nossas-vidas/. [Accessed: 19-Jul-2017].  [7] EDP, “EDP Ready.” [Online]. Available: https://energia.edp.pt/particulares/servicos/redy/funcionalidades/. [Accessed: 21-Jun-2017].  [8] MEO, “MEO SMART HOME.” [Online]. Available: https://www.meo.pt/pacotes/meo-smart-home. [Accessed: 20-Jun-2017].  [9] S. Tang, V. Kalavally, K. Y. Ng, and J. Parkkinen, “Development of a prototype smart home intelligent lighting control architecture using sensors onboard a mobile computing system,” *Energy Build.*, vol. 138, pp. 368–376, 2017.  [10] MQTT.ORG, “MQTT.” [Online]. Available: http://mqtt.org/. [Accessed: 19-Jun-2017].  [11] FilipeFlop, “DHT22.” [Online]. Available: http://www.filipeflop.com/pd-137442-sensor-de-umidade-e-temperatura-am2302-dht22.html. [Accessed: 19-Jul-2017].  [12] FilipeFlop, “Sensor Chanas.” [Online]. Available: http://www.filipeflop.com/pd-bcb5c-sensor-de-chama-fogo.html?ct=41d97&p=4&s=1. [Accessed: 19-Jul-2017].  [13] FilipeFlop, “Sensor de Luz.” [Online]. Available: http://www.filipeflop.com/pd-10fd75-sensor-de-luz-ldr.html?ct=41d97&p=2&s=1. [Accessed: 19-Jul-2017].  [14] FilipeFlop, “Sensor Movimento - PIR.” [Online]. Available: http://www.filipeflop.com/pd-6b901-sensor-de-movimento-presenca-pir.html?ct=41d97&p=1&s=1. [Accessed: 19-Jul-2017].  [15] ELECTROFUN, “Sensor de Água.” [Online]. Available: https://www.electrofun.pt/sensor-profundidade-agua. [Accessed: 19-Jul-2017].  [16] FilipeFlop, “Sensor de Gás MQ-5.” [Online]. Available: http://www.filipeflop.com/pd-41bad5-sensor-de-gas-mq-5-glp-e-gas-natural.html?ct=41d97&p=3&s=1. [Accessed: 19-Jul-2017].  [17] C. Electrónicos, “Sensor Magnético.” [Online]. Available: https://www.eletronicadachina.com.br/loja/sensores-mc-38-com-fio-sistema-de-alarme-home-para-arduino-porta-janela-sensor-interruptor-magnetico/. [Accessed: 19-Jul-2017].  [18] FilipeFlop, “Buzzer.” [Online]. Available: http://www.filipeflop.com/pd-6b583-modulo-buzzer-5v-passivo.html?ct=&p=1&s=1. [Accessed: 19-Jul-2017].  [19] FilipeFlop, “LED.” [Online]. Available: http://www.filipeflop.com/pd-3f0fda-kit-led-5mm-200x-unidades-10-cores.html?ct=&p=1&s=1. [Accessed: 19-Jul-2017].  [20] Marcel Stör, “Comparison of ESP8266 NodeMCU development boards,” 2015. [Online]. Available: https://frightanic.com/iot/comparison-of-esp8266-nodemcu-development-boards/. [Accessed: 19-Jul-2017].  [21] Lolin, “Lolin32.” [Online]. Available: https://www.wemos.cc/. [Accessed: 19-Jun-2017].  [22] Raspberry.org, “Raspberry Pi.” [Online]. Available: https://www.raspberrypi.org/. [Accessed: 20-Jun-2017].  [23] Eclipse.org, “Mosquito.” [Online]. Available: https://mosquitto.org/. [Accessed: 19-Jun-2017].  [24] IANA.ORG, “IANA.” [Online]. Available: https://www.iana.org. [Accessed: 19-Jun-2017].  [25] Digicert, “SSL.” [Online]. Available: https://www.digicert.com/ssl/. [Accessed: 19-Jun-2017].  [26] “Home Assistant.” [Online]. Available: https://home-assistant.io/. [Accessed: 19-Jun-2017].  [27] Microsoft, “Visual Studio Enterprise 2017,” *www.microsoft.com*, 2017. [Online]. Available: https://www.visualstudio.com/vs/. [Accessed: 19-Jul-2017].  [28] Www.arduino.cc, “Arduino IDE,” 2017. [Online]. Available: https://www.arduino.cc/en/main/software. [Accessed: 19-Jul-2017].  [29] Atlassian, “SourceTree.” [Online]. Available: https://www.sourcetreeapp.com/. [Accessed: 19-Jun-2017].  [30] GitHub.inc, “GitHub.” [Online]. Available: https://github.com/. [Accessed: 19-Jun-2017]. |

1. ANEXOS