

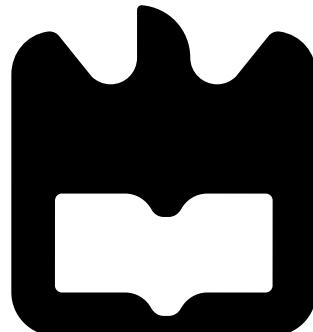


Rui Pedro dos
Santos Oliveira

**Sistema de monitorização e controlo da produção
de Salicornia na Ria de Aveiro**

**Monitoring and control system for the production
of Salicornia in the estuary of Aveiro**

DOCUMENTO PROVISÓRIO





Rui Pedro dos
Santos Oliveira

**Sistema de monitorização e controlo da produção
de Salicornia na Ria de Aveiro**

**Monitoring and control system for the production
of Salicornia in the estuary of Aveiro**

DOCUMENTO PROVISÓRIO



Rui Pedro dos
Santos Oliveira

**Sistema de monitorização e controlo da produção
de Salicórnia na Ria de Aveiro**

**Monitoring and control system for the production
of Salicornia in the estuary of Aveiro**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computadores e Telemática, realizada sob a orientação científica do Doutor Joaquim Manuel Henriques de Sousa Pinto, Professor Associado do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro e do Doutor José Alberto Gouveia Fonseca, Professor Associado do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro.

o júri / the jury

presidente / president

ABC

Professor Catedrático da Universidade de Aveiro (por delegação da Reitora da Universidade de Aveiro)

vogais / examiners committee

DEF

Professor Catedrático da Universidade de Aveiro (orientador)

GHI

Professor associado da Universidade J (co-orientador)

KLM

Professor Catedrático da Universidade N

**agradecimentos /
acknowledgements**

Quero expressar os meus agradecimentos a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a concretização da presente dissertação. Um agradecimento especial aos meus pais e irmão por todo o apoio prestado ao longo deste meu percurso académico, como também a toda a minha família.

A todos os meus colegas e amigos, que conheci ao longo destes 5 anos na Universidade de Aveiro, um grande obrigado

palavras chave

Cultivo da salicórnia, irrigação, sensores, atuadores, web, monitorização, atuação remota.

resumo

A evolução da Internet tem proporcionado o crescimento de novos modelos de negócio suportados por tecnologias de informação e comunicações e tem possibilitado o desenvolvimento de novos modelos de serviços baseados no cloud computing.

A exploração de novas descobertas na área da percepção visual, nomeadamente no que se refere à apreciação de obras de arte geniais, . . .

keywords Cultivo da salicórnia, irrigação, sensores, atuadores, web, monitorização, atuação remota.

abstract Nowadays, it is usual to evaluate a work ...

Conteúdo

Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	vii
Acrónimos	ix
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Organização do documento	2
2 Conceito de IoT no cultivo da Salicórnia	5
2.1 Características da planta	5
2.2 Importância da planta	7
2.2.1 Aplicações alimentares	7
2.2.2 Aplicações medicinais	7
2.3 Condições ideais de cultivo da salicórnia	7
2.4 Evolução tecnológica: o IoT	8
2.5 Considerações finais	10
3 Estado da arte	11
3.1 Sistema de Gestão de Base de Dados	11
3.1.1 MySQL	11
3.1.2 SQL server	11
3.1.3 PostgreSQL	11
3.1.4 Comparação e solução adotada	11
3.2 Desenvolvimento web	13
3.2.1 ASP.net	13

3.2.2	Flask	13
3.2.3	Django	13
3.2.4	Conclusões e solução adotada	13
3.3	Desenvolvimento mobile	14
3.3.1	Plataformas nativas	14
3.3.2	Multi-plataforma	14
3.3.3	Conclusões e solução adotada	14
3.4	REST Frameworks	15
3.4.1	Django Rest Framework	15
3.4.2	Flask-RESTful	15
3.4.3	Restlet	15
3.4.4	Conclusões e solução adotada	15
3.5	Micro-controladores	16
3.5.1	Arduino	16
3.5.2	Raspberry Pi	17
3.6	Sensores	19
3.6.1	Sensor de salinidade	19
3.6.2	Sensor de temperatura	19
3.6.3	Sensor de luminosidade	20
3.7	Tecnologias de comunicação	21
3.7.1	Zigbee	21
3.7.2	LoRa	21
3.7.3	Sigfox	21
3.7.4	Bluetooth	21
3.7.5	WiFi	22
3.7.6	Comparação de tecnologias de comunicação	22
3.8	Aplicações relacionadas	23
3.8.1	Multi-monitorização de estufas agrícolas	23
3.8.2	Agroopar	23
3.8.3	outras que vale a pena para comparacao..	23
4	Sistema de controlo e monitorização: arquitetura e modelação	25
4.1	Descrição global do sistema	25
4.2	Componentes	27
4.2.1	Sensor Module	28
4.2.2	Controller Module	28

4.3	Análise de requisitos	29
4.3.1	Requisitos funcionais	30
4.3.2	Requisitos não funcionais	32
4.4	Modelação	32
4.4.1	Entidades envolventes	32
4.4.2	Casos de uso	33
4.4.3	Modelo de dados	37
4.5	Arquitetura lógica	40
4.5.1	Camada de apresentação	40
4.5.2	Camada de lógica de negócio	41
4.5.3	Camada de acesso a dados	41
4.6	Arquitetura física	42
4.6.1	Sistema de informação	42
Aplicação web	43	
API REST	45	
Documentação interativa	46	
Implementação do sistema	46	
Aplicação mobile	47	
4.6.2	Simulação em hardware	48
Sensores utilizados	48	
Comunicação	52	
4.7	Sistema de deteção de intrusos	54
4.7.1	Biblioteca de processamento de imagem: OpenCV	54
4.8	Diagrama de componentes	56
4.9	Considerações finais	57
5	Implementação	59
5.1	Sistema de informação	59
5.1.1	Application Programming Interface (API)	59
5.1.2	Aplicação web	59
5.1.3	Aplicação mobile	59
5.1.4	<i>Deploy</i> do projecto	59
5.2	Simulação em hardware	61
5.2.1	Arduino	61
5.2.2	Sensores	61
5.2.3	Comunicação	62

Raspberry Pi	62
Comunicação	62
5.2.4 Considerações finais	63
5.3 Sistema de deteção de intrusos	64
5.3.1 Algoritmos de deteção de intrusos	64
5.3.2 Testes	65
5.3.3 Implementação	65
5.4 Considerações finais	65
6 Resultados	67
6.1 Aplicação web	67
6.2 Aplicação mobile	67
6.3 Testes API	67
6.4 Simulação em hardware	67
6.5 Sistema de deteção de intrusos	67
7 Conclusão e trabalho futuro	69
7.1 Conclusão	69
7.2 Trabalho futuro	69
7.3 Considerações finais	69
A Untitled appendix #A	75
B Mockups da aplicação mobile	77
C Trigger SQL	79
D Resultados processamento de imagem	81
D.1 Frame 1	82
D.2 Frame 2	84
D.3 Frame 3	86
D.4 Frame 4	88
E Interface gráfica	91
F Descrição formal dos casos de uso gerais	93
G Interligação de componentes	95

Lista de Figuras

1.1	Salicornia proveniente da ria de Aveiro	1
2.1	<i>Salicornia ramosissima</i> : na primavera e no outono respetivamente à esquerda e à direita (Fotografia por José M. G. Pereira)	6
2.2	Ciclo de vida da <i>Salicornia ramosissima</i> (Fotografia por Helena Silva)	6
2.3	Evolução da internet em cinco fases	9
2.4	Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW	9
3.1	Arduin Nano	16
3.2	Identificação dos pinos no Arduino Nano	16
3.3	Raspberry Pi 3	18
3.4	Identificação dos principais componentes no Raspberry Pi 3	18
4.1	Ilustração principais componentes	25
4.2	Ilustração da distribuição dos módulos em leiras para produção de salicornia	26
4.3	Esquema de componentes da comunicação de três Sensor Module (SM) com um Controller Module (CM)	27
4.4	Fase de desenvolvimento de um software	29
4.5	Casos de uso para a aplicação web (dashboard)	33
4.6	Casos de uso para a aplicação mobile	34
4.7	Esquema relacional da estrutura da base de dados	37
4.8	Arquitetura lógica	40
4.9	Arquitetura física (blocos)	42
4.10	Arquitetura do sistema de informação (dashboard e API)	43
4.11	Arquitetura do sistema de informação (dashboard e API)	46
4.12	Arquitetura do sistema de informação (dashboard e API)	47
4.13	TTC 104 NTC	49
4.14	Esquema eletrotécnico da ligação do sensor de temperatura	49

4.15 Sensor foto-resistência GL5528	50
4.16 Esquema eletrotécnico da ligação do sensor de luminosidade	50
4.17 <i>Water Level Switch Liquid Level Sensor Plastic Ball Float</i>	51
4.18 Esquema eletrotécnico da ligação do sensor de nível líquido	51
4.19 Led simples.	51
4.20 Esquema eletrotécnico da ligação do led	51
4.21 Arquitetura lógica	52
4.22 Flower one.	53
4.23 Esquema eletrotécnico da ligação do módulo bluetooth	53
4.24 Logótipo OpenCV	54
4.25 Raspberry Pi Camera Board V2 8MP 1080p	55
4.26 Esquema relacional da estrutura da base de dados	56
D.1 Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW	82
D.2 Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW	84
D.3 Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW	86
D.4 Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW	88
E.1 Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW	91
E.2 Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW	92
G.1 Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW	95

Lista de Tabelas

3.1	Características do Arduino Nano	17
3.2	Comparação entre versão 2 e 3 do Raspberry Pi	18
4.1	My caption	38
4.2	My caption	39
4.3	Características do sensor TTC 104	49
4.4	Características do sensor GL5528	50
4.5	Características do sensor GL5528	53
B.1	Um nome qualquer	77
D.1	Your caption here	83
D.2	Your caption here	85
D.3	Your caption here	87
D.4	Your caption here	89
F.1	Casos de utilização: Login/Logout	93
F.2	Casos de utilização: Login/Logout	93

Acrónimos

API	Application Programming Interface
CM	Controller Module
CSS	Cascading Style Sheets
CSV	Comma-Separated Values
FK	Foreign Key
GPS	Global Positioning System
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
I/O	Input / Output
IDE	Integrated Development Environment
IoT	<i>Internet of Things</i>
LDR	Light Dependent Resistor
NTC	Negative Temperature Coefficient
ORM	Object Relational Mapper
PK	Primary keys
REST	Representational State Transfer
REST	Representational State Transfer
SDLC	Systems Development Life Cycle

SGBD	Sistema de Gestão de Base de Dados
SM	Sensor Module
SQL	Structured Query Language
URL	Uniform Resource Locator
WSGI	Web Server Gateway Interface
WWW	World Wide Web
JS	JavaScript
ORM	Object-Relational Mapping
CPU	Central Processing Unit
RAM	Random Access Memory
DIKW	Data-Information-Knowledge-Wisdom

Introdução

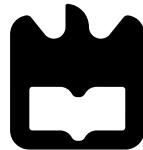


Figura 1.1: Salicornia proveniente da ria de Aveiro

1.1 Motivação

<http://eusougourmet.blogspot.pt/2011/09/compre-o-que-e-nosso-salicornia.html>

HyperText Markup Language (HTML)

* O gênero salicornia HTML inclui cerca de 117 espécies, sendo Salicornia herbacea, Salicornia bigelovii, Salicornia europea, Snicornia prostata, Salicornia mmosissima e Salicornia virginica aquelas com maior ocorrência. [1] [2]

A que serve de mote a esta dissertação ...

Os recursos naturais, nomeadamente, plantas, animais e minerais, são utilizados desde a antiguidade pelo ser humano, não apenas como fonte de alimentos mas também para o tratamento de diversas doenças []. Muitas das espécies que nascem em todo o mundo inicialmente são consideradas pragas, contudo e após alguns estudos intensivos à espécie são descobertas verdadeiras pérolas. Um exemplo disso é a salicornia.

A salicornia é a planta que iremos dar destaque durante este projeto. Esta planta é por vezes utilizada como substituta do sal marinho[] e utilizada para os mais diversos fins. Iremos abordar alguns deles mais à frente.

A salicornia nasce e cresce naturalmente ao longo dos estuários e sapais (salinas) costeiras do Mediterrâneo].

Esta é uma planta suculenta adaptada a ambientes salinos (halófita) que se desenvolve maioritariamente em ambientes aquáticos com elevado teor de sal.]

Existem mais de 20 espécies de Salicornia, das quais as mais comuns são:

Existem cerca de 20 espécies de Salicornia, das quais as mais comuns encontram-se destacadas de seguida:

Salicornia virginica: é uma planta com flor e pode ser encontrada na região mediterrânica
Salicornia europaea: cresce em várias zonas de entre-marés salinas
Salicornia maritima: Salicornia bigelovii: Salicornia perennis: Salicornia ramosissima:

A evolução tecnológica é algo que sempre esteve presente na vida do ser humano desde os seus primórdios até aos dias atuais, sendo que se tem verificado um aumento desta relação com o humano e principalmente com o ritmo da própria evolução. As tecnologias, de uma maneira geral, são todas as invenções produzidas pelo homem, para aumentar a sua atividade no planeta e simplificar o modo de vida que quem o habita [1]. O conceito de “Internet das coisas” (do inglês “Internet of Things”, IoT) é fruto desta evolução tecnológica, já que permite a ligação dos mais diversos dispositivos eletrónicos à Internet.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento

- Criação de uma plataforma web que permita:
 - Disponibilizar a leitura dos mais diversos sensores de sensores (temperatura, salinidade...)
 - Permitir gerar alarmes de inundação, sendo estes enviados via SMS ou email para o cliente.
 - Atuar remotamente para drenagem de água em excesso existente nas leiras
 - Sistema de transmissão de vídeo disparada por eventos gerados pelos sensores
- Criação de uma aplicação móvel que permita receber alarmismos de situações anómalas.

1.3 Organização do documento

A presente dissertação está dividida em 7 capítulos: ...

O primeiro capítulo descreve e enfatiza a importância

De seguida, no Estado de Arte, é

No Capítulo 2 apresenta-se

o projeto CAMBADA e identifica-se os pontos chave tanto do software como do hardware.

No Capítulo 3

No Capítulo 4 é....

Para finalizar, no Capítulo 5 apresentam-se conclusões sobre o trabalho desenvolvido e eventuais melhorias para o futuro.

Conceito de IoT no cultivo da Salicórnia

A palavra salicórnia deriva do latim tardio *sal*, que significa sal, e *cornus* que significa corno. Etimologicamente a palavra salicórnia significa cornos salgados[3]. A espécie de salicórnia que servirá de mote à elaboração desta dissertação é a única existente em Portugal designada por *Salicornia ramosissima J. Woods* (*S. ramosissima*)[4], uma espécie do género *Salicornia L.*, pertencente à família das beterrabas denominada de *Chenopodiaceae*[5].

Nesta secção será apresentada a *Salicornia ramosissima* que impulsionará toda esta dissertação. Serão descritas as principais características desta planta, principais propriedades e as diferentes aplicações alimentais existentes no mercado. Para além disso, será feita uma pequena introdução ao conceito de *Internet of Things* (IoT) e respetiva importância no contexto deste projeto.

2.1 Características da planta

A salicórnia é uma espécie halófita, ou seja adaptada a viver em ambientes com elevado teor salino[6], sendo uma das mais evoluídas da sua família. É uma planta anual de dimensão pequena, aparentemente sem folhas, ereta, os seus caules são carnudos e suculentos, simples e/ou extremamente ramificados, segmentados por articulações[7], geralmente com menos de 30 cm de altura[1].

A salicórnia tem uma coloração normalmente verde-escuro mas a sua ramagem torna-se verde-amarelado ou mesmo vermelho-púrpura no outono[7]. A figura 2.1 ilustra a respetiva coloração na primavera e no outono. Na Inglaterra, a salicórnia é conhecida como *purple glasswort*.

swort, podendo este nome estar na origem desta pigmentação caraterística[8]. Em Portugal e Espanha é conhecida vulgarmente como erva-salada, sal verde e/ou espargos do mar[9].



Figura 2.1: *Salicornia ramosissima* : na primavera e no outono respetivamente à esquerda e à direita (Fotografia por José M. G. Pereira)

A *Salicornia ramosissima* desenvolve-se preferencialmente no litoral costeiro, em pântanos e sapais salgados ou em margens de salinas temporariamente alagadas. Encontra-se distribuída maioritariamente na parte oeste da Europa e a oeste da região do Mediterrâneo, sendo uma das espécies mais abundante[10]. Pode ser encontrada em todo o litoral da Península Ibérica, embora com menos frequência no Minho[7]. Em Portugal, é encontrada ao longo da costa, mais frequentemente nas margens dos canais da Ria de Aveiro e Ria Formosa, no Algarve[9].

Esta planta é uma das mais estudadas a nível mundial[10], possuindo um ciclo de vida anual bem definido, com gerações discretas e as suas sementes são hermafroditas[11]. A salicórnia cresce habitualmente entre março, início da sementeira (A da figura 2.2) com respetivo crescimento (B da figura 2.2) e novembro fechando assim o ciclo com a produção de sementes (E da figura 2.2). Entre maio e agosto decorre a colheita da planta[9] (C da figura 2.2) utilizada para os mais diversos fins. A floração ocorre fundamentalmente no mês de outubro[10] (D da figura 2.2).

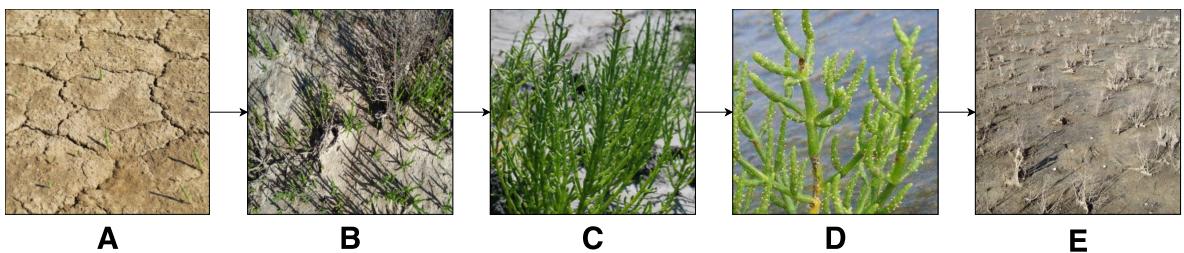


Figura 2.2: Ciclo de vida da *Salicornia ramosissima* (Fotografia por Helena Silva)

2.2 Importância da planta

Uma das características que tornam o género *Salicornia L.* uma planta tão popular são as suas elevadas propriedades nutricionais, nomeadamente a nível de minerais e vitaminas antioxidantes, como vitamina C e β -caroteno. A salicornia é também uma fonte de proteínas e possui um alto teor total de lípidos e ómega-3[12].

Desde a descoberta da salicórnia que esta é usada a nível culinário mas também no tratamento e prevenção de algumas doenças. Seguidamente irei aprofundar cada uma dessas aplicações esclarecendo a sua relevância.

2.2.1 Aplicações alimentares

Espécies do género *Salicornia L.* estão incluídas na alimentação humana, desde a antiguidade, sendo normalmente consumida crua, cozinhada ou seca, podendo ser triturada. Quando crua é usada como acompanhamento das mais diversas refeições enquanto que seca ou triturada é usada como especiaria, podendo ser utilizada como tempero na confeção de peixes, marisco ou carnes. O sal verde é um grande substituto do sal comum, pois é rico em substâncias depurativas e diuréticas. Os seus caules carnudos são bastante requisitados para cozinhas *gourmet*, não só pelo seu sabor salgado, mas também pelo seu elevado valor nutricional[13].

2.2.2 Aplicações medicinais

A nível medicinal, existem inúmeros estudos que revelam as propriedades químicas que esta planta detém. Existem estudos que demonstram estas propriedades na prevenção e tratamento de algumas doenças, tais como, a hipertensão, cefaleias e escorbuto, diabetes, obesidade, cancro, entre outras[14].

2.3 Condições ideais de cultivo da salicórnia

O crescimento da *Salicornia ramosissima* é influenciada pela salinidade do meio. Um estudo realizado por *Silva et al.*[11] comprova que esta planta halófita apresenta um crescimento ideal a salinidades baixas ou moderadas, em vez de salinidades elevadas, pelo que é considerada uma halófita não obrigatória.

2.4 Evolução tecnológica: o IoT

Antes de descrever a importância e o conceito de IoT, é necessário entender as diferenças entre os termos Internet e World Wide Web (WWW), que são usados indistintamente pela sociedade. A Internet é a camada ou rede física composta por *switches*, *routers* e outros equipamentos[15]. A sua principal função é transportar informações de um ponto para outro de forma rápida, confiável e segura. Por outro lado, a Web pertence à camada de aplicações que opera sobre a Internet cuja função é oferecer uma interface que transforme as informações que fluem pela Internet em algo útil. Ao longo do tempo, a Web passou e continua a passar por várias etapas evolucionárias, identificadas como:

- **Web 1.0 - passado:** esta primeira etapa foi inventada por Tim Berners Lee em 1989[16]. Nesta fase surgiram os principais conceitos que conhecemos da Internet atual: Localizador Uniforme de Recursos (do inglês Uniform Resource Locator (URL)), Linguagem de Marcação de Hipertexto (do inglês HTML) e Protocolo de Transferência de Hipertexto (do inglês HyperText Transfer Protocol (HTTP)). Ainda nesta primeira fase, mas mais tarde, em 1998 foi criado por Larry Page e Sergey Brin o Google que criou simplicidade nas pesquisas na Web[17].
- **Web 2.0 - presente:** a Web cresceu muito e muito rapidamente. A versão mais próxima da visão de Tim Berners Lee – colaborativa, usado como meio de interação, comunicação global e elevado compartilhamento de informação.
- **Web 3.0 - futuro:** para o futuro prevê-se que os conteúdos *online* possão vir a estar organizados de forma semântica, muito mais personalizados para cada utilizador, sites, aplicações inteligentes e/ou publicidade baseada nas pesquisas e nos comportamentos.

O aparecimento do IoT foi extraordinariamente importante já que se trata da primeira evolução real da Internet, um salto que levará, no futuro, ao desenvolvimento de aplicações revolucionárias com potencial para melhorar significativamente a forma como a sociedade vive, aprende, trabalha e se diverte. O IoT já transformou a Internet em algo sensorial, através da medição de diferentes características, como por exemplo a temperatura, a pressão, as vibrações, a iluminação, a humidade, o *stress*, entre outras.

A figura 2.3 representa a evolução da Internet em cinco fases. Inicialmente surge a conexão entre dois computadores que permite a criação de uma rede, posteriormente nasce o conceito de WWW ligando um grande número de computadores entre si. Seguidamente, surgiu a Internet móvel que permitiu conectar dispositivos moveis à Internet, possibilitando a ligação da sociedade através das redes sociais. Finalmente, a internet está a evoluir para o IoT, permitindo ligar objetos do quotidiano ao sistema global de redes de computadores[18].

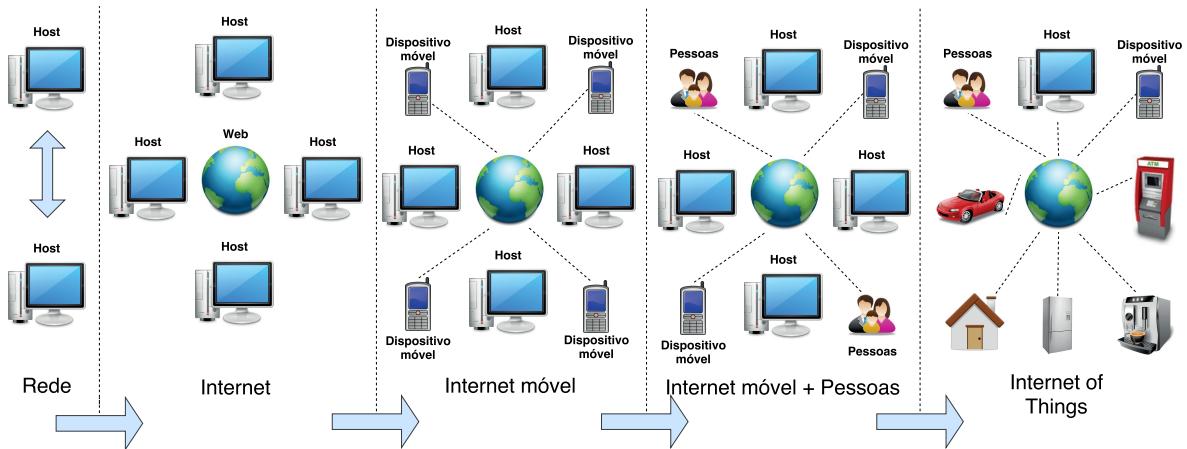


Figura 2.3: Evolução da internet em cinco fases (Adaptado de [18])

Uma das principais vantagens do IoT é a sua ligação evidente a todos os objetos, o que por si só é uma ideia avassaladora. O volume de dados gerado por este tipo de ligação pode ser interpretado pelo modelo Data-Information-Knowledge-Wisdom (DIKW)[19]. Este modelo, também conhecido como pirâmide do conhecimento (Figura 2.4), é uma hierarquia informacional utilizada especialmente nas áreas da ciência da informação e na gestão do conhecimento, onde cada camada acrescenta certos atributos sobre a anterior.

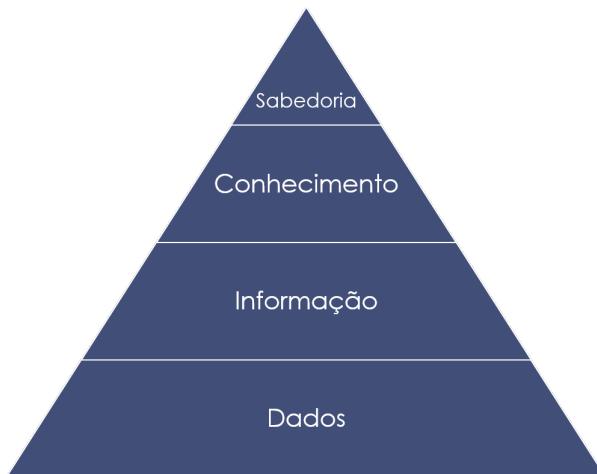


Figura 2.4: Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW

A ligação dos objetos à Internet acarreta benefícios visíveis à nossa sociedade, possibilitando um maior controlo e entendimento de como os sistemas interagem entre si e proporcionando uma melhor qualidade de vida a todos. Embora as vantagens se sobreponham às desvantagens não nos podemos esquecer que existem alguns problemas a nível segurança, privacidade, legislação e identidade.

2.5 Considerações finais

Como vimos nesta secção, as propriedades da *Salicornia* têm conduzido a um elevado interesse económico e ao aumento do seu desenvolvimento comercial. Existem enumeradas empresas a cultivar esta espécie para que possa ser comercializada para os mais diversos fins, sendo que grande parte já é exportada.

Uma vez que a salicornia carece de um controlo minucioso de certos parâmetros que tem vindo a ser estudados, existe necessidade de criar um sistema que permite monitorizar todos esses parâmetros de forma a melhorar as condições de produção desta espécie.

O conceito de IoT encontra-se visível neste contexto, uma vez que possibilitará a interligação de equipamentos eletrónicos que permitem melhorar a eficiência com que a produção desta espécie é realizada.

3

Estado da arte

Nesta secção, são apresentados os resultados da pesquisa efectuada sobre o estado da arte das ferramentas com funcionalidades que deverão estar presentes no sistema desenvolvido. Pretende-se apresentar de forma geral todas as tecnologias possíveis de utilização e respetiva comparação.

3.1 Sistema de Gestão de Base de Dados

Um Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) é um conjunto de software responsáveis pela gestão de uma base de dados.

3.1.1 MySQL

3.1.2 SQL server

3.1.3 PostgreSQL

O PostgreSQL é um sistema de gestão de base de dados do tipo objeto-relacional uma vez que permite um modelo de dados orientado a objetos, isto é, possibilita a manipulação de objetos, classes e heranças diretamente no esquemas da base de dados. Segundo o site oficial do PostgreSQL este é considerado um SGBD bastante poderoso e com desenvolvimento *open sources* [20].

3.1.4 Comparação e solução adotada

Os próprios criadores do Django recomendam a utilização do PostgreSQL, indicando que alcança um bom equilíbrio entre custo, características, rapidez e estabilidade

No entanto, é pertinente fazer uma comparação entre o PostgreSQL e outras ferramentas open-source como o MySQL. Embora as diferenças entre as duas ferramentas não sejam muito grandes, podemos ter também em conta a performance de uma e outra. Uma comparação feita usando o benchmark TPC-H 8 mostra que a performance do PostgreSQL é ligeiramente superior à do MySQL na maioria das queries [22].

3.2 Desenvolvimento web

Para o desenvolvimento da dashboard poderiam ser adotadas duas estratégias distintas para o desenvolvimento web:

A criação de sites dinâmicos que se adaptam ao cliente podem ser alcançados de dois modos:

- Manipulação local usando javascript do DOM.
- Acesso ao servidor que serve conteúdos criados em função dos pedidos do cliente

Neste contexto poderiam ser utilizados

Angular, React

Servidor serve conteudos criados em função dos pedidos do cliente

3.2.1 ASP.net

3.2.2 Flask

3.2.3 Django

Assim, e de acordo com as explicações dos autores da ferramenta [18], as principais vantagens tiradas da utilização da framework Django são: Boa documentação; Facilidade e rapidez de desenvolvimento e deployment; Estabilidade; Escalabilidade.

3.2.4 Conclusões e solução adotada

3.3 Desenvolvimento mobile

<http://bloomidea.com/blog/aplicacoes-nativas-vs-hibridas-qual-escolher-para-o-seu-projeto> ■

3.3.1 Plataformas nativas

uma aplicação móvel nativa é uma app que foi desenvolvida para ser utilizada numa plataforma ou dispositivo específico (iOS ou Android), usando as ferramentas e a linguagem de desenvolvimento correspondentes àquelas que o sistema em questão suporta. Uma app nativa pode assim interagir e tirar partido das funcionalidades do próprio sistema operativo e de outro software que esteja instalado nessa plataforma, o que faz desta opção uma excelente aposta.

- **Performance:**
- **Desenvolvimento:**
- **Manutenção:**
- **Interface:**
- **Recursos disponíveis:**
- **Plug-ins:**
- **Segurança:**

3.3.2 Multi-plataforma

<http://websocialdev.com/lista-de-frameworks-para-desenvolvimento-mobile/>

- **Performance:**
- **Desenvolvimento:**
- **Manutenção:**
- **Interface:**
- **Recursos disponíveis:**
- **Plug-ins:**
- **Segurança:**

3.3.3 Conclusões e solução adotada

3.4 REST Frameworks

3.4.1 Django Rest Framework

Django REST Framework é uma ferramenta considerada 'poderosa e flexível para a construção de APIs Web' [], que pode ser usada juntamente com a framework de desenvolvimento de aplicações Web Django, que quando integrada no desenvolvimento de um determinado *backend* permite a implementação de serviços do tipo REST.

A API navegável Web é uma vitória usabilidade enorme para os desenvolvedores.

Políticas de autenticação , incluindo pacotes para OAuth1a e OAuth2 .

Serialização que suporta tanto ORM e não ORM fontes de dados.

Customizável todo o caminho - basta usar vistas regulares baseadas na função , se você não precisar dos mais poderosos recursos .

Extensa documentação , e grande apoio da comunidade .

Utilizado e confiável por empresas internacionalmente reconhecidas, incluindo Mozilla , Red Hat , Heroku , e Eventbrite .

3.4.2 Flask-RESTful

3.4.3 Restlet

3.4.4 Conclusões e solução adotada

com autenticação via token

app mobile microcontroladores -*i* controller modulers

documentação com swagger

3.5 Micro-controladores

3.5.1 Arduino

O Arduino é fruto da evolução de um projeto italiano desenvolvido no ano de 2005, cujo o objetivo foi ser utilizado em projetos escolares de forma a ter um orçamento menor que outros sistemas de prototipagem disponíveis naquela época.

Tal como descrito no seu site oficial, um Arduino consiste numa plataforma *open-source* de prototipagem eletrónica com *hardware* e *software* flexíveis e com elevada facilidade utilização]. O Arduino é utilizado para projetos especialmente no contexto do IoT e da robótica educativa. A este micro-controlador, podem ser estendidos vários módulos, dependendo da tarefa que se quer que seja executada.

O Arduino possui um conjunto de pinos que podem ser programados para funcionarem como entradas ou saídas fazendo com que o Arduino interaja com o meio externo para os mais diversos fins. Para além dos pinos de I/O existem pinos de alimentação que fornecem diversos valores de tensão que podem ser utilizados para transmitir energia elétrica aos diferentes componentes de um projeto.

A versão Nano do Arduino,

Na figura 3.1 e 3.2 apresenta-se uma imagem do arduino utilizado e a identificação dos diferentes pinos existentes, respectivamente. Na tabela 3.1 encontram-se as principais características desta versão do Arduino.

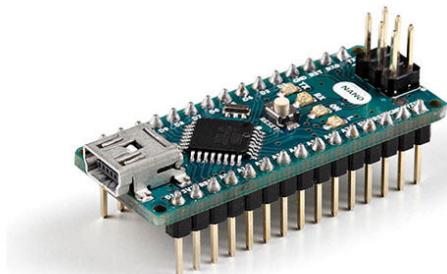


Figura 3.1: Arduin Nano

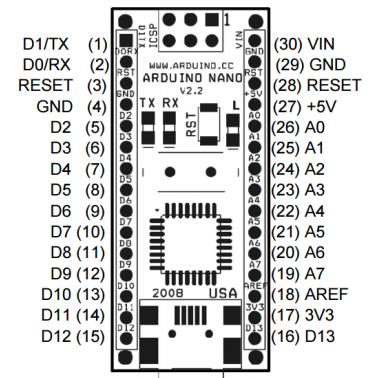


Figura 3.2: Identificação dos pinos no Arduino Nano

Microcontrolador	ATmega328
Tensão de operação	5V
Tensão de entrada	7-12V
Portas digitais	14 (6 podem ser usadas como PWM)
Portas analógicas	8
Corrente nos pinos Input/ Output (I/O)	40mA
Memória Flash	32KB (2KB usado no bootloader)
Memória RAM (SRAM)	2KB
EEPROM	1KB
Velocidade do Clock	16MHz
Dimensões	45 x 18mm
LED interno	Pino digital 13
Ligaçāo USB	Ligaçāo ao computador e alimentação

Tabela 3.1: Características do Arduino Nano

3.5.2 Raspberry Pi

O Raspberry Pi (figura 3.3) é considerado um micro-computador do tamanho de um cartão de crédito que possui um conjunto de *hardware* integrado que tal como Arduino possibilita uma interação com o meio exterior. O principal objetivo deste poderoso componente consistiu em promover o ensino da ciência da computação em escolas de ensino básico. O Raspberry Pi foi desenvolvido no Reino Unido pela *Raspberry Pi Foundation*.

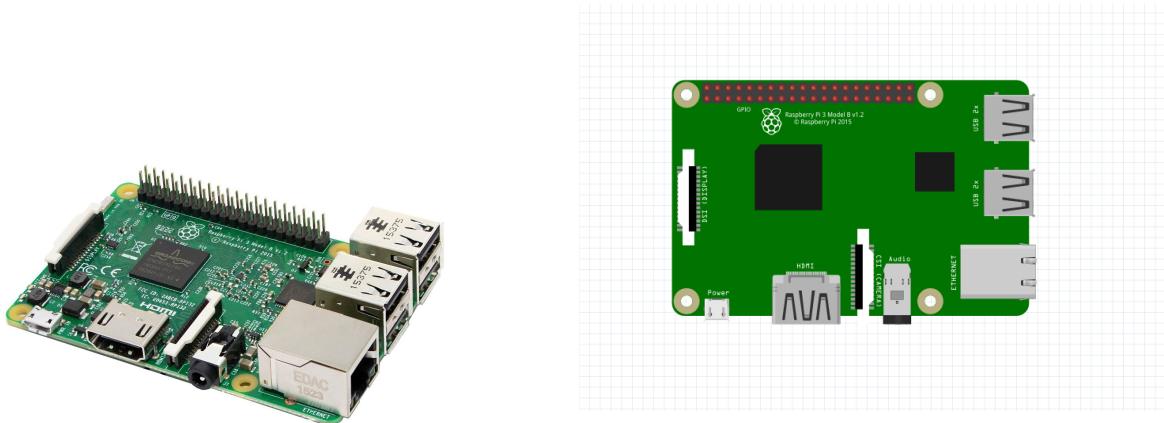


Figura 3.3: Raspberry Pi 3

Figura 3.4: Identificação dos principais componentes no Raspberry Pi 3

	Raspberry Pi 3 Model B	Raspberry Pi 2 Model B 1.2
Processor Chipset	Broadcom BCM2837 64Bit Quad Core Processor powered Single Board Computer running at 1.2GHz	Broadcom BCM2837 64Bit Quad Core Processor powered Single Board Computer running at 900MHz
Processor Speed	QUAD Core @1.2 GHz	QUAD Core @900 MHz
RAM	1GB SDRAM @ 400 MHz	1GB SDRAM @ 400 MHz
Storage	MicroSD	MicroSD
USB 2.0	4x USB Ports	4x USB Ports
Max Power Draw/voltage	2.5A @ 5V	1.8A @ 5V
GPIO	40 pin	40 pin
Ethernet Port	Yes	Yes
WiFi	Built in (802.11n)	No
Bluetooth LE	Built in (4.1)	No

Tabela 3.2: Comparaçāo entre versāo 2 e 3 do Raspberry Pi

3.6 Sensores

Esta secção tem como objetivo fazer um estudo comparativo entre diferentes tecnologias usadas para a medição dos vários parâmetros ambientais necessários ao controlo e monitorização da salicornia. Todas as soluções adaptadas tem termos de hardware escolhidas devido à possuir-las.

3.6.1 Sensor de salinidade

3.6.2 Sensor de temperatura

Existem vários tipos de sensores de temperatura baseados em princípios de funcionamento distintos.

- **Termopares:**
- **RTDs:**
- **Termístor:**
- **Circuito integrado:**

3.6.3 Sensor de luminosidade

O LDR (Light Dependent Resistor) é um componente cuja resistência varia de acordo com a intensidade da luz. Quanto mais luz incidir sobre o componente, menor a resistência. Este sensor de luminosidade pode ser utilizado em projetos com arduino e outros microcontroladores para alarmes, automação residencial, sensores de presença e etc.

3.7 Tecnologias de comunicação

Nesta secção serão apresentados alguns das tecnologias de comunicação mais utilizados em *Internet of Things* que permite a troca de informações entre dispositivos e respetiva comparação entre eles.

3.7.1 Zigbee

Zigbee designa um conjunto de especificações para a comunicação sem-fio entre dispositivos eletrônicos, com ênfase na baixa potência de operação, na baixa taxa de transmissão de dados e no baixo custo de implementação. Tal conjunto de especificações define camadas do modelo OSI subsequentes àquelas estabelecidas pelo padrão IEEE 802.15.4.

3.7.2 LoRa

A tecnologia Lora

Wide-Area Network Low-Power (LPWAN) ou Low-Power Rede (LPN) é um tipo de telecomunicações sem fio de rede projetada para permitir comunicações de longo alcance em uma baixa taxa de bits entre as coisas (objetos relacionados), tais como sensores operados em uma bateria.

As tecnologias WAN de baixa potência são projetadas para ambientes de rede máquina a máquina (M2M). Com a diminuição dos requisitos de energia, maior alcance e menor custo do que uma rede móvel, os LPWANs são pensados para permitir uma gama muito mais ampla de aplicativos M2M e Internet of Things (IoT), que foram limitados por orçamentos e problemas de energia.

3.7.3 Sigfox

Uma empresa francesa que constrói redes sem fio para conectar objetos de baixa energia, como medidores de energia elétrica , smartwatches e máquinas de lavar, que precisam estar continuamente ligados e emitindo pequenas quantidades de dados. Sua tecnologia é voltada para a Internet das Coisas (IoT).

3.7.4 Bluetooth

Bluetooth é uma especificação de rede sem fio de âmbito pessoal (Wireless personal area networks – PANs) consideradas do tipo PAN ou mesmo WPAN

3.7.5 WiFi

rede sem fio IEEE 802.11, que também são conhecidas como redes Wi-Fi ou wireless, foram 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, sendo os mais comuns: FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) e OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Atualmente, é o padrão de fato em conectividade sem fio para redes locais. Como prova desse sucesso pode-se citar o crescente número de Hot Spots e o fato de a maioria dos computadores portáteis novos já saírem de fábrica equipados com interfaces IEEE 802.11. A Rede IEEE possui como principal característica transmitir sinal sem fio através de ondas!

3.7.6 Comparação de tecnologias de comunicação

3.8 Aplicações relacionadas

Seja para comparar, seja para replicar boas funcionalidades, ou seja para conseguir oferecer algo mais ao utilizador final, quando se pretende desenvolver uma determinada aplicação, é importante proceder a uma avaliação de aplicações da mesma área se encontram no mercado. Assim, são aqui abordadas algumas das aplicações relacionadas que são mais utilizadas ou que mais se aproximam daquilo que se pretende para a aplicação a desenvolver neste projeto, tendo em conta os diferentes sistemas operativos.

3.8.1 Multi-monitorização de estufas agrícolas

<https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/949/1/Multimonitorizacao>

3.8.2 Agroopar

<http://www.vidarural.pt/agroopar-os-custos-na-mao-do-agricultor/>

3.8.3 outras que vale a pena para comparacao..

[21]

Sistema de controlo e monitorização: arquitetura e modelação

Este capítulo tem como objetivo a descrição do sistema que resultou do trabalho prático desta dissertação. Para esse fim, cada elemento pertencente ao sistema é caracterizado de acordo com as suas funções, especificidades e respectiva arquitetura. É também descrito como os elementos interagem entre si. Para além disso, é apresentado todo o processo de modelação do sistema tendo por base os requisitos adquiridos pelo cliente.

4.1 Descrição global do sistema

Este sistema tem como objetivo a supervisão remota da produção de salicornia, permitindo não só a monitorização dos dados adquiridos pelos sensores, como também da atuação remota de determinados comandos. Neste contexto, também será possível a aquisição de imagens que possibilitará a deteção de intrusos nas quintas onde se realiza a produção desta espécie.

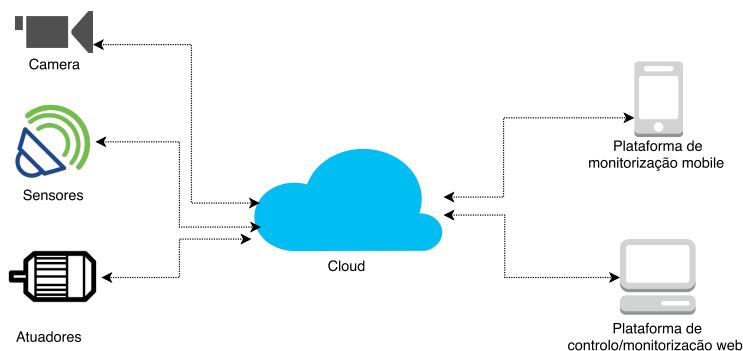


Figura 4.1: Ilustração principais componentes

O esquema da figura 4.1 ilustra de um modo geral todos os componentes e as diferentes plataformas com que o cliente pode interagir.

Como vimos no capítulo 3, uma plantação de Salicornia carece de um controlo relativamente fino de certos parâmetros ambientais sobretudo da salinidade do terreno onde ela cresce. A salinidade do terreno depende, por sua vez, das chuvas, da salinidade da água dos canais da ria. Nas quintas onde se cultiva salicornia, a produção faz-se numa espécie de leiras limitadas por pequenos canais de irrigação. Esses canais podem ser cheios de água salgada proveniente dos esteiros que rodeiam a quinta. Essa operação implica a abertura de válvulas de admissão dessa água, medida do nível da maré nos canais, monitorização da qualidade e salinidade da água exterior.

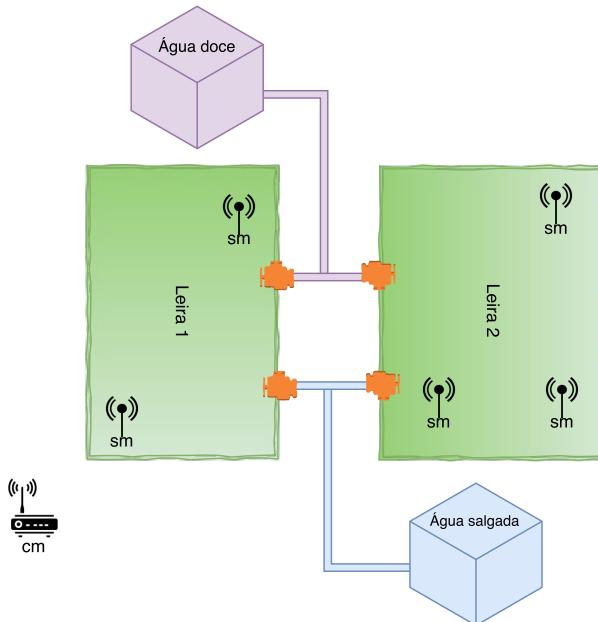


Figura 4.2: Ilustração da distribuição dos módulos em leiras para produção de salicornia

Tal como ilustrado na figura 4.2, pretende-se que sejam colocados módulos com sensores (Sensor Module) distribuídos estratégicamente por cada leira. Cada um desses módulos irá comunicar com um módulo central (Controller Module), originando uma topologia de rede em estrela. Por sua vez, cada um destes módulos central irá comunicar diretamente com a servidor que possibilitará que os dados sejam tratados e disponibilizados para visualização ao cliente. Pressupõe-se portanto que este ultimo módulo tenha necessariamente ligação à rede de modo a conseguir consumir a API REST por HTTP desenvolvida para o efeito.

falar mais sobre as plataformas

4.2 Componentes

No contexto desta dissertação é necessário reter dois conceitos principais, são eles:

- **Sensor Module:** consiste num módulo responsável pela aquisição de dados provenientes dos mais diversos tipos de sensores.
- **Controller Module:** consiste num módulo responsável pela receção dos dados/estados do Sensor Module e respetivo envio para a *cloud*.

O cenário da figura 4.3 ilustra três Sensor Module que comunicam com um Controller Module. Cada um desses Sensor Module possui um conjunto específico de sensores e comunica com Controller Module através de um determinado modulo de comunicação. Posteriormente, o Controller Module possui um determinado protocolo de comunicação que permite a utilização de uma API REST criada para o efeito.

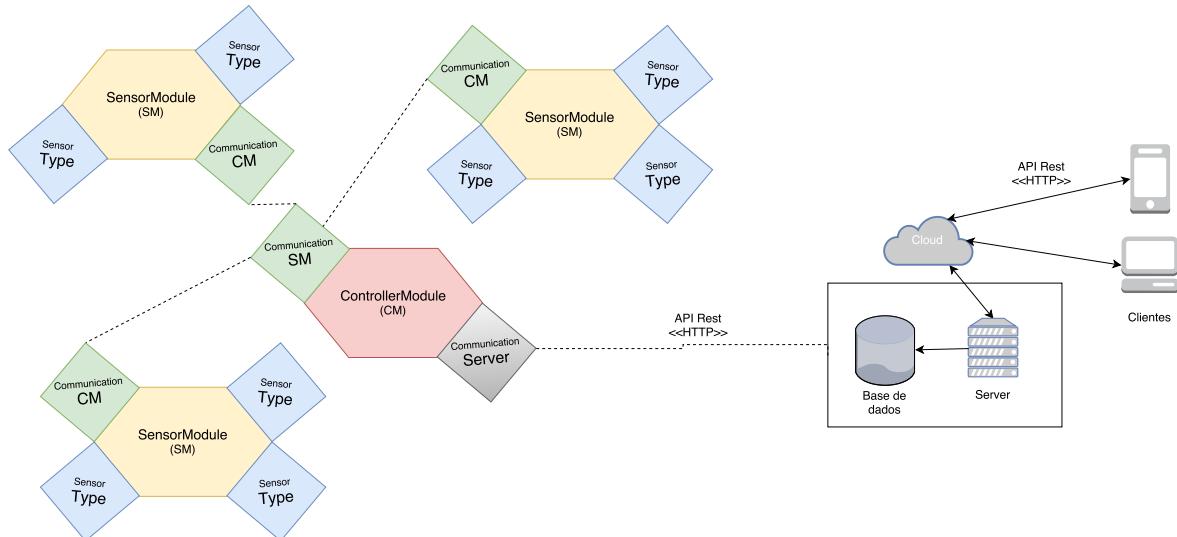


Figura 4.3: Esquema de componentes da comunicação de três SM com um CM

Seguidamente serão especificados todos os detalhes de cada módulo, uma vez que serão considerados na modelação de todo o sistema.

4.2.1 Sensor Module

Um Sensor Module consiste num microcontrolador responsável pela aquisição de dados provenientes dos mais diversos tipos de sensores. Cada Sensor Module terá que utilizar um determinado módulo de comunicação de modo a possibilitar a comunicação com um módulo central. Para além disso, pretende-se que o sensor module possa ter controlo sobre si, ou seja, inteligência própria.

Pretende-se que este módulo seja identificado por um determinado nome, possua uma bateria que permita a sua mobilidade, um ou vários modulos de comunicação que permita comunicar com um módulo central, uma memoria e um módulo Global Positioning System (GPS) que permita aceder à sua localização. Para além disso, um Sensor Module terá que possuir um ou vários sensores.

4.2.2 Controller Module

Controller Module consiste num microcontrolador responsável pela receção dos dados proveniente dos Sensor Module. Pretende-se que este módulo envie informações para os Sensor Module quando requisitados pelo utilizador. O principal objetivo deste módulo consiste em receber a informação proveniente dos SM e respectivo envio para um servidor em *cloud*.

Pretende-se que este módulo seja identificado por um determinado nome, tenho um módulo de comunicação que possibilite o envio de dados para o servidor e um campo que nos permita definir o tempo de receção desses dados. Para alem disso, pretende-se que exista um módulo de GPS que permita localizar o Controller Module em caso de robo.

4.3 Análise de requisitos

Durante o desenvolvimento um software pressupõe-se que os seus intervenientes sigam determinadas metodologia para o seu programa possa revolucionar a vida de um grupo em específico ou até mesmo da sociedade.

O ciclo de vida do desenvolvimento de um software, também conhecido como Systems Development Life Cycle (SDLC), é composto genericamente por quatro fase principais: concepção, projeto, criação e a implementação. Antes do SDLC, o processo de desenvolvimento do software foi tomado como atividade informal sem regras e padrões formais. Isso poderá levar a vários problemas, tais como o atraso no desenvolvimento, aumento de custos e baixa qualidade do software criado.

O ciclo de vida do desenvolvimento de um software dá o padrão necessário e as etapas para o desenvolvimento de um software com qualidade. Existem numeros modelos e visões para o ciclo de vida de desenvolvimento, o que a seguir descrevo foi considerado por Munish Kaur [2]. A figura 4.4 mostra as várias etapas que compõe este modelos e que seguidamente são descritas.

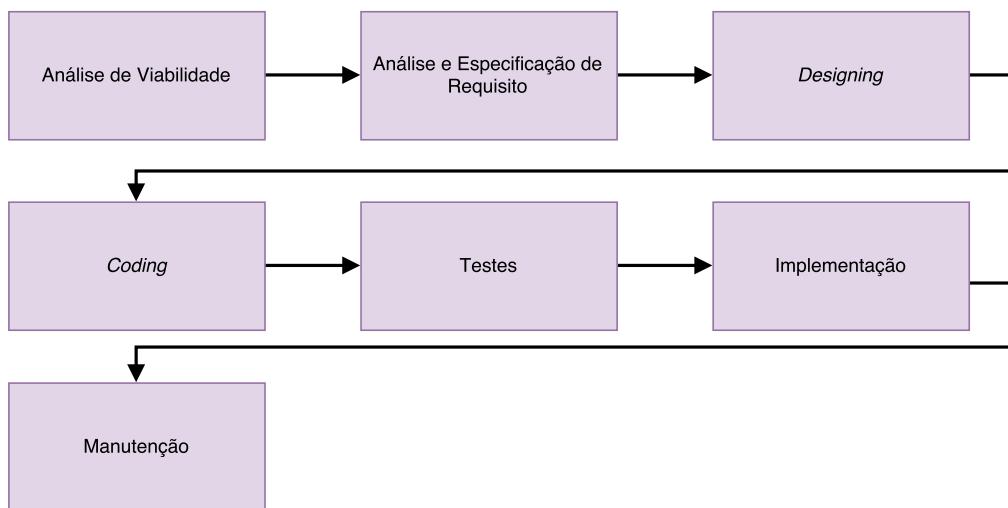


Figura 4.4: Fase de desenvolvimento de um software (Adaptado de [2])

- **Análise de viabilidade:** nesta fase é analisada a viabilidade do projeto, sendo analisados dados de entrada e saída, processamento necessário, análise de custos e planeamento do projeto. Nesta fase é incluida a viabilidade técnica em termos de software, hardware e pessoas qualificadas.
- **Analise e especificação de requisitos:** nesta fase são recolhidos e analisados os requisitos necessário para a elaboração do *software*. Pretende-se que no final desta fase

sejam conhecidos os vários requisitos do software e seja também criado um documento que os especifique.

- **Designing:** consiste na tradução dos requisitos especificado na fase anterior para a estrutura lógica. Pretende-se que seja elaborado um documento de especificação do *design*.
- **Coding:** o programação real é elaborada nesta fase. O documento de *design* é traduzido para o código-fonte numa determinada linguagem de forma a que possa ser executado.
- **Testes:** o código-fonte gerado na fase anterior é testado usando vários cenários de testes. São usadas várias técnicas de teste para avaliar a correção e validação do *software*.
- **Implementação:** o software desenvolvido é implementado para que possa ser disponibilizado ao utilizador para uso real. Pretende-se que o utilizado do sistema possa reportar erros ou problemas quando encontrados.
- **Manutenção:** o software poderá sofrer alterações que possam solucionar problemas que tenham ocorrido. Esta fase é responsável pela pós-implementação e manutenção do software para o seu bom funcionamento.

A forma como um software realiza as tarefas para as quais foi desenvolvido determina a eficiência de execução do mesmo[22]. O levantamento de requisitos é umas das fases essenciais no processo de desenvolvimento de um determinado sistema, que nos leva a entender o que o cliente deseja ou acredita precisar levando-nos à criação dos processos de negócio do sistema.

Seguidamente são apresentados os requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

4.3.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais descrevem os critérios que devem ser usados para avaliar as funções específicas ou os comportamentos de um determinado sistema. Seguidamente são apresentados os requisitos funcionais propostos pelo cliente no contexto deste projeto para as duas plataformas disponíveis: web (dashboard) e mobile.

Aplicação mobile (dashboard)

- A interface do sistema deve permitir que o utilizador, seja ele qual for, entre ou faça *login* no sistema.
- A interface do sistema deve permitir que o utilizador, seja ele qual for, saia ou faça *logout* no sistema.
- O dashboard deverá permitir que qualquer utilizador possa recuperar a sua chave de acesso ao sistema.

- O sistema deve permitir que qualquer utilizador se possa registar no sistema, embora tenha que estar obrigatoriamente associado a uma empresa.
- O utilizador comum só terá acesso à sua área reserva após a validação por parte da empresa.
- O dashboard deverá permitir ao administrador a adição de novas empresas e a gestão de todos os utilizadores.
- O sistema deve permitir que qualquer utilizador possa adicionar, editar ou remover:
 - Tipos de sensores
 - Tipos de comunicação
 - Controller modules com as suas características
 - Tipo de comunicação a um controller modules que permite a comunicação como servidor
 - Sensor modules a um determinado controller modules e as suas características
 - Um ou vários tipos de comunicação de um Sensor moduel
 - Um ou vários sensores a um sensor module em que cada sensor é de um determinado tipo
- Visualizar graficamente os dados de cada sensor para um determinado SM.
- Visualizar em modo tabular (dataset) os dados de cada sensor para um determinado SM.
- Em cada uma das visualizações anteriormente descritas, pretende-se que seja possível uma filtragem por data
- O sistema permitirá a exportação dos dados de um determinado SM em formato Comma-Separated Values (CSV).
- O sistema deverá disponibilizar uma API que...
- Consultar a documentação da API
- Consultar o token de autenticação da API
- Alterar configurações do utilizador

Aplicação mobile

- A interface da aplicação mobile deve permitir que o utilizador, seja ele qual for, entre ou faça *login* no sistema.
- A interface da aplicação mobile deve permitir que o utilizador, seja ele qual for, saia ou faça *logout* no sistema.
- Visualizar graficamente os dados de cada sensor para um determinado SM.
- Receber alarmes quando um determinado valor lido está fora do estipulado.

4.3.2 Requisitos não funcionais

Requisitos não funcionais são todos os requisitos da aplicação relacionados com performance, escalabilidade, segurança, disponibilidade e usabilidade. Estes não são necessariamente pedidos pelo cliente.

- O sistema deverá executar em qualquer plataforma, tanto web como mobile.
- A base de dados deve ser protegida para acesso apenas a utilizadores autorizados.
- O sistema deverá disponibilizar uma API para que possam ser criados novos produtos com base neste
- Deverá ser usada, na medida do possível, tecnologias sem qualquer custo para o cliente (*opensource*).
- Pretende-se que o sistema possa ser adaptado a qualquer outro contexto.

4.4 Modelação

A conceção de uma arquitetura envolve o estudo e modelacao de compontes que sao necessários para a elaboracao da mesma, bem como a analise dos casos de uso, modelos de dados e diagramas de fluxos, entre outros, para melhor entender como emparelhar a estrutura pretendida. Na secção será...

4.4.1 Entidades envolventes

No contexto do sistema descrito existem três entidades distintas que são importantes descrever:

- **General user:** este poderá registar-se e associando-se a uma determinada empresa registada no sistema. Após a validação por parte da empresa, este utilizador poderá aceder à sua área reservada através das dashboard ou da aplicação mobile.

- **Company user:** utilizador que gera todos os general users que se possam associar à sua empresa. Deste modo, este utilizador poderá validar os general users que a si se associam ou eliminá-los.
- **Administrador:** vulgarmente denominado por Admin. Pretende-se que apenas exista uma único administrador. Genericamente este utilizador tem a possibilidade de poder adicionar novas empresas ao sistema, isto é, criar novas utilizador com permissões específicas.

4.4.2 Casos de uso

Nas figuras 4.5 e 4.6 encontram-se representados os esquemas dos casos de uso da *dashboard* (denominada por saliDashboard) e da aplicação *mobile* (denominada por saliMobile), respectivamente. Seguidamente serão descritos cada um dos casos de uso para as duas plataformas. De notar que todos os casos de uso na aplicação mobile também se encontram disponíveis através da dashboard.

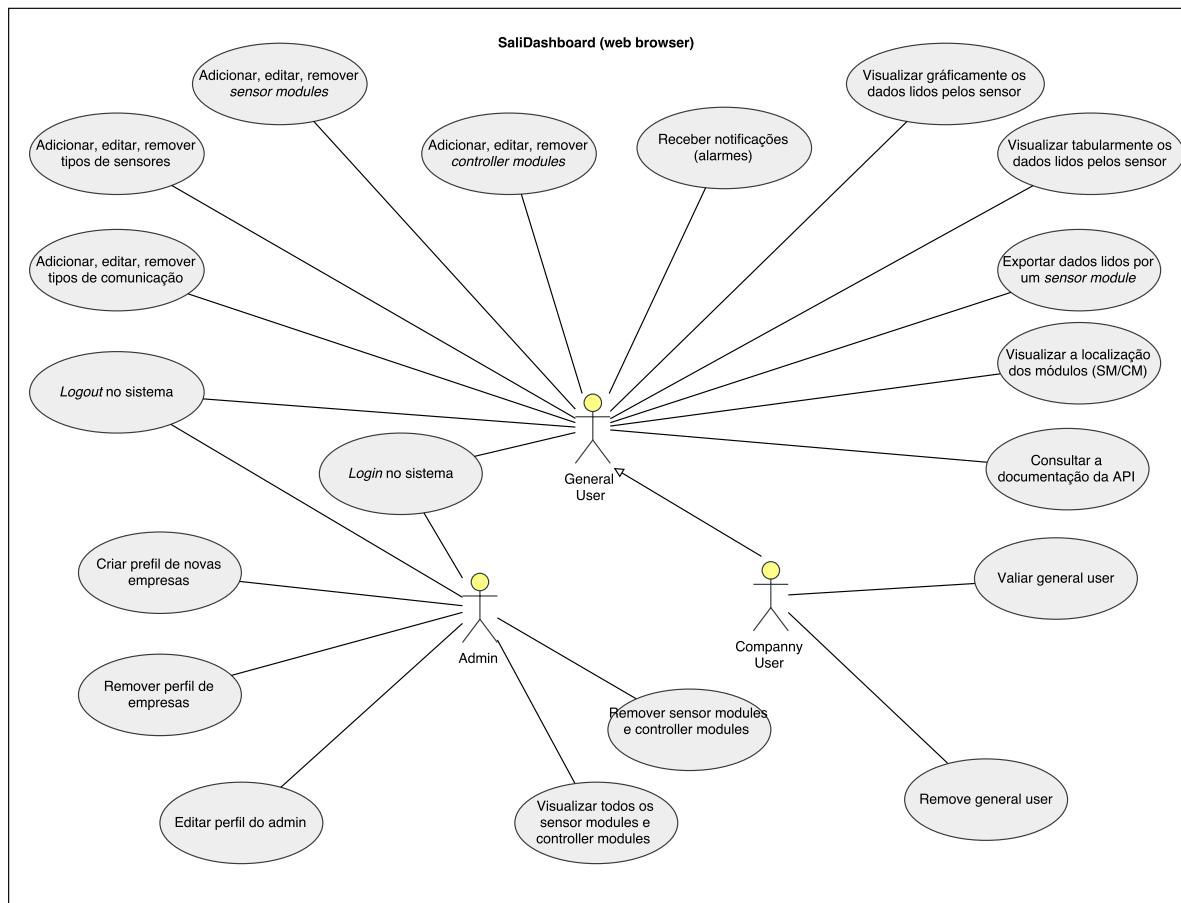


Figura 4.5: Casos de uso para a aplicação web (dashboard)

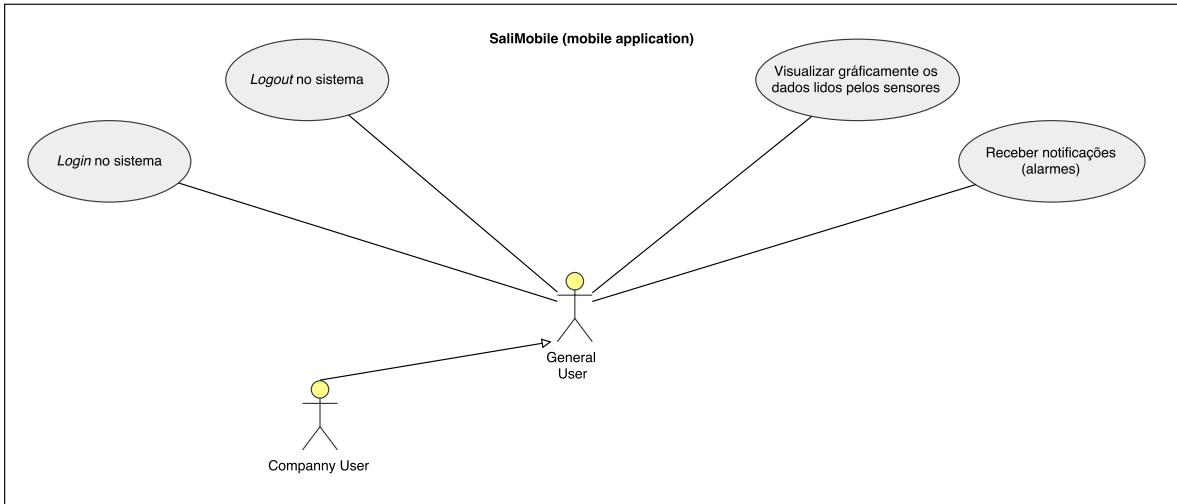


Figura 4.6: Casos de uso para a aplicação mobile

- **Login no sistema:** qualquer utilizador (general user, company user ou admin) poderá aceder ao sistema tendo para ir que possuir uma conta registada e validada no caso do user general. Após a validação das suas credenciais (username e password) o utilizador poderá aceder à pagina inicial da dashboard e a todo o seu conteúdo. Este caso de uso encontra-se disponível para os dois tipos de plataformas.
- **Logout no sistema:** qualquer utilizador (general user, company user ou admin) poderá sair da sistema tendo que para isso tenha que estar obrigatoriamente logado no sistema. Após o logout ser-lhe-á apresentado novamente a página de login. Este caso de uso encontra-se disponível para os dois tipos de plataformas.
- **Recuperar password:** qualquer utilizador (general user, company user ou admin) poderá recuperar a sua password de acesso ao sistema, para isso, terá que introduzir o seu email e posteriormente ser-lhe-á envia o acesso que possibilita a redefinição da mesma.
- **Adicionar, editar, remover tipos de comunicação:** qualquer general user ou company user poderá adicionar, editar ou remover os tipos de comunicação existentes no sistema. Ao adicionar, o utilizador terá que introduzir um nome, um caminho relevante para o tipo de comunicação e selecionar um icon ilustrativo. No caso da remoção, esta ação apenas é possível caso o tipo de comunicação não se encontre em utilização por nenhum CM ou SM.
- **Adicionar, editar, remover tipos de sensores:** qualquer general user ou company user poderá adicionar, editar ou remover os tipos de sensores existentes no sistema. Ao

adicionar, o utilizador terá que introduzir um nome que o identifique, uma fonte de dados ou a escala dos dados e um icon que identifique o sensor. Para além disso, o utilizador terá que escolher uma cor que identifique o tipo de sensor na dashboard. No caso da remoção, esta ação apenas é possível caso o tipo de sensor não se encontre em utilização por nenhum SM.

- **Adicionar, editar, remover um controller module:** qualquer *general user* ou *company user* poderá adicionar, editar ou remover um controller module existente no sistema. Neste caso, pressupõe-se que o utilizador possua um micro-controlador com as seguintes características que podem ser adicionadas: determinado nome que o identifique, valor da memória RAM em MB, estado inicial (ativo ou desativo) e um modulo de comunicação que permita comunicar com o servidor web. Estas características são possíveis de alteração. Pretende-se que o controller module possa ser removido tendo SM a sí associado, sendo estes também removidos dos sistema.
- **Adicionar, editar, remover um sensor modules:** qualquer *general user* ou *company user* poderá adicionar, editar ou remover um sensor module existente no sistema. Pressupõe-se o utilizador possui um determinado micro-controlador com um ou mais sensores. Para adicionar o SM à plataforma o utilizador terá que atribuir um nome que o identifique, definir qual o seu estado inicial (ativo ou desativo), escolher que tipos de comunicação possam estar presentes e definir o intervalo de tempo para o qual pretende receber os dados lidos pelos sensores. Para além disso, permite associar ao SM os sensores presentes e definir o valor máximo e minimos para o qual são gerados alarmes e respectivas mensagens informativas. Todos os dados são possíveis de edição.
- **Receber notificações (gerar alarmes):** sempre que um valor lido por um determinado sensor sai fora do limite imposto (valor máximo e valor mínimo) é gerado um alarme para o utilizador de modo a que este possa intervir. Este caso de uso encontra-se disponível para os dois tipos de plataformas.
- **Visualizar gráficamente os dados lidos pelos sensores:**
Este caso de uso encontra-se disponível para os dois tipos de plataformas.
 - Visualizar tabularmente os dados lidos pelos sensor
 - **Exportar dados lidos por um sensor module:** qualquer *general user* ou *company user* poderá exportar os dados lido pelos sensores para um ficheiro do tipo CSV para uma data especificada.

- **Visualizar a localização dos módulos (SM/CM):** qualquer *general user* ou *company user* ao aceder à dashboard ser-lhe-á apresentado um mapa para cada CM com a sua localização e dos seus respetivos SM.
- **Consultar a documentação da API:** qualquer *general user* ou *company user* poderá aceder à dashboard para consultar a documentação da API existente.
- **Consultar token de autenticação:** qualquer *general user* ou *company user* poderá aceder ao token de autenticação para utilização da API.
- **Validar general user:** qualquer company user tem a possibilidade de validar os general users que a si se associam. Sempre um novo general user é registado no sistema o company user é notificado via email. Posteriormente, caso o general user seja validado este também receberá um email de confirmação.
- **Remove general user:** qualquer company user tem a possibilidade de remove os general users que a si estão associados.
- **Remover sensor modules e controller modules :** o admin do sistema tem a possibilidade de remover os sensores modules e/ou controller modules existentes no sistema.
- **Visualizar todos os sensor modules e controller modules:** o admim do sistema tem a possibilidade de visualizar todos os sensores modules e controller modules existentes no sistema de modo a alertar os clientes em caso de anomalias.
- **Criar um novo company user:** o admim tem a possibilidade de adicionar novos company user ao sistema, sendo para isso necessário
- **Remover um company user:** o admim tem a possibilidade de remover qualquer company user registado no sistema.

De acordo com a figura 4.6 , é possível descrever os seguintes casos de uso:

4.4.3 Modelo de dados

Depois da análise de requisitos desenhou-se um modelo de dados que permitisse modelar todo o sistema descrito, obtendo-se assim o seguinte esquema relacional apresentado na figura 4.26.

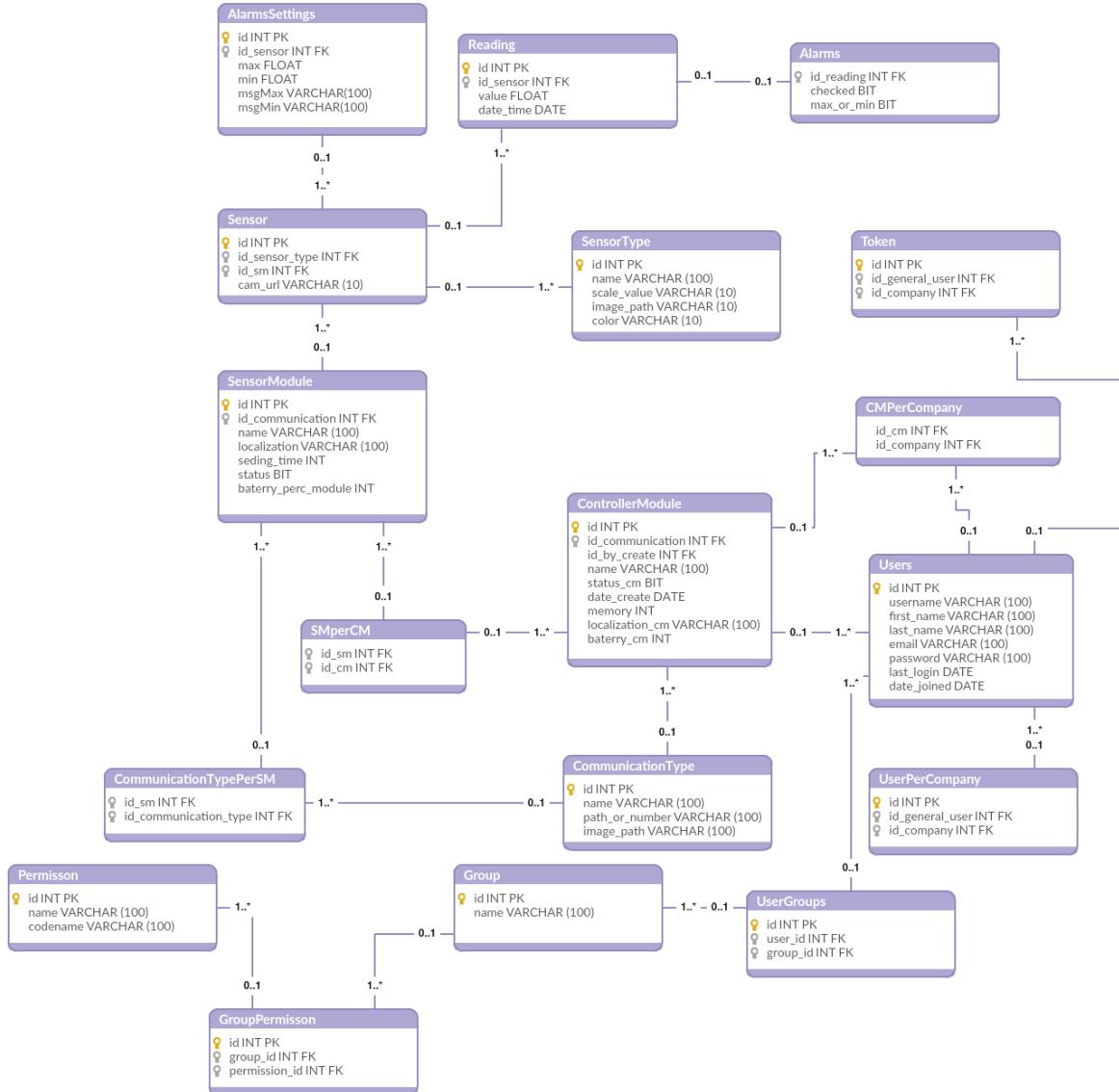


Figura 4.7: Esquema relacional da estrutura da base de dados

Nas tabelas 4.1 e 4.2 são descritos descritos cada uma das tabelas de dados existentes neste sistema, evidenciando as chaves primária e estrangeiras de cada uma.

Nome da tabela	Chave primária (PK)	Chave estrangeira (FK)	Descrição
User	id (auto-incrementado)	N/A	Identifica cada um dos utilizadores inseridos no sistema
Token	auth_token_token_pkey (character varying(40))	user_id	Possui o token de autenticação do utilizador para a API
Group	id (auto-incrementado)	N/A	Possui todos os grupos existentes: general user, company user e admin
UserGroups	id (auto-incrementado)	user_id group_id	Permite associar um utilizador a um determinado grupo
Permissos	id (auto-incrementado)	N/A	Possui todas as permissões existentes (escrita, leitura, delete...)
GroupPermission	id (auto-incrementado)	group_id permission_id	Associa a cada grupo determinadas permissões
UserPerCompany	id (auto-incrementado)	company_id general_user_id	Associa cada general user a um company user
CommunicationType	id (auto-incrementado)	N/A	Identifica cada um dos tipos de comunicação inseridos no sistema
ControllerModule	id (auto-incrementado)	N/A	Identifica cada um dos controller module inseridos no sistema

Tabela 4.1: My caption

Nome da tabela	Chave primária (PK)	Chave estrangeira (FK)	Descrição
CMPerCompany	id (auto-incrementado)	cm_id company_id	Associa todos os controller module a um determinado company user
SensorModule	id (auto-incrementado)	N/A	Identifica cada um dos sensor module inseridos no sistema
SMperCM	id (auto-incrementado)	cm_id sm_id	Associa os sensor modules a um determinado controller module
CommunicationTypePerSM	id (auto-incrementado)	communication_type_id sm_id	Permite associar a um sensor module um ou várias tipos de comunicação
SensorType	id (auto-incrementado)	N/A	Identifica cada um dos tipos de sensores inseridos no sistema
Sensor	id (auto-incrementado)	sensor_type_id sm_id	Permite identificar um determinado sensor
AlarmsSettings	id (auto-incrementado)	sensor_id	Permite guardar as configurações para um determinado sensor (max,min...)
Reading	id (auto-incrementado)	sensor_id	Permite guardar as leituras de um determinado sensor
Alarms	id (auto-incrementado)	reading_id	Armazena os alarmes que são gerados

Tabela 4.2: My caption

4.5 Arquitetura lógica

Nesta secção é apresentada uma arquitetura lógica do sistema, indicando as camadas que este deverá conter, especificando quais as relações de dependência que estas possuem entre si. Seguidamente, é explicado como implementar esta lógica com os respetivos componentes físicos.

Normalmente este tipo de arquitetura é composto por três camadas com intenções diferentes: camada de apresentação, camada de lógica de negócios e camada de acesso a dados. Pretende-se que com a descrição desta arquitetura seja facilitada a manutenção, a portabilidade e a escalabilidade, fatores importantes quando queremos partilhar funcionalidades e informação entre aplicações de diferentes tipos.

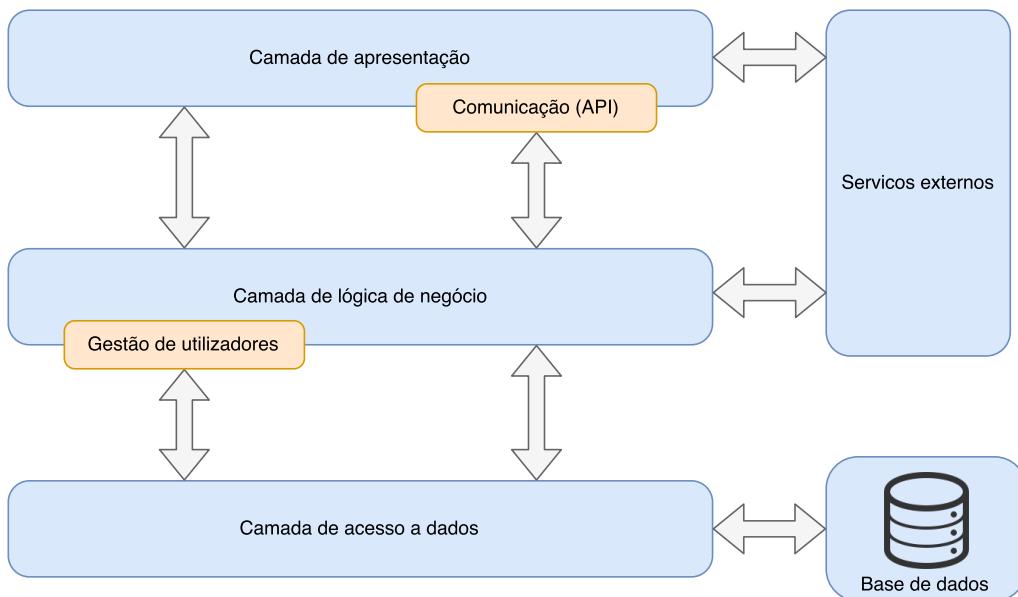


Figura 4.8: Arquitetura lógica

4.5.1 Camada de apresentação

A camada de apresentação é responsável pela comunicação entre os utilizadores e a aplicação, sendo ela web ou mobile, exibindo informações aos utilizadores, abrangendo uma interface que permite solicitações ao sistema. Esta camada tem uma relação de dependência com a camada de lógica de negócios e tira partido do acesso a serviços de informação externos, que fornecem diversas funcionalidades.

A interface do utilizador foi desenvolvida em HTML e CSS, fazendo uso de jQuery e Javascript.

- HTML é a linguagem padrão usada para estruturar e apresentar conteúdos na web. Neste caso, foi utilizado HTML5, a quinta versão do HTML.
- Cascading Style Sheets (CSS) é uma linguagem usada para descrever a apresentação de conteúdo escrito em uma marcação Como HTML.
- JavaScript (JS) é a linguagem de programação para páginas da web.
- **JQuery:** JQuery é uma biblioteca Javascript que simplifica a programação Javascript

4.5.2 Camada de lógica de negócio

verificar se valor se encontra lido se encontra dentro dos settings e gerar alarme

4.5.3 Camada de acesso a dados

Nesta camada deverão estar presentes as funcionalidades de criação, edição, remoção ou simples de visualização dos dados, sendo responsável pelas operações de persistência e consulta de dados solicitadas pela camada de lógica de negócios.

4.6 Arquitetura física

Enquanto que a arquitetura lógica se concentra nos diferentes níveis de abstração do sistema a arquitetura física foca-se na estrutura de alto nível. Seguidamente são apresentados todos os componentes físicos, tanto a nível de software com de hardware, que são fundamentais para ter um maior percepção do real funcionamento de todo o sistema. A figura 4.9 representa genericamente os blocos principais do sistema proposto que seguidamente serão descritos.

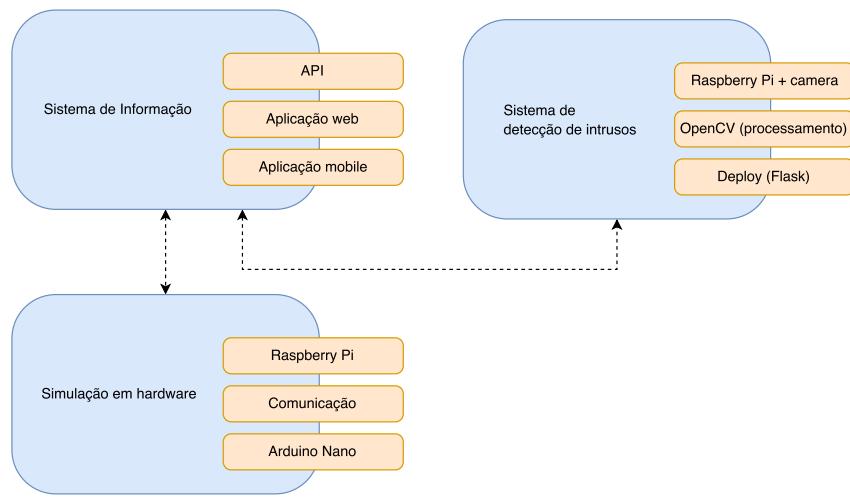


Figura 4.9: Arquitetura física (blocos)

4.6.1 Sistema de informação

Segundo Laudon et al. [23] um sistema de informação define-se como sendo uma inter-relação de múltiplos componentes podendo estes ser equipamentos, telecomunicações, software, bases de dados e outras tecnologias de transformação de informação usadas para recolha, processamento, armazenamento e distribuição de informação que possibilita a tomada de decisões e controlo para uma determinada organização, ou até mesmo para a sociedade em geral, de modo a torná-la mais acessível e útil.

Dada a elevada complexidade de um sistema de informação, é possível identificar algumas funcionalidades comuns aos diversos sistemas, são eles [24]:

- **Recolha de dados:** sequência de tarefas que permitem a adição de novos dados ao sistema
- **Organização e armazenamento de dados:** é imprescindível uma boa organização na estrutura de dados possibilitando uma fácil e rápida localização.

- **Processamento de dados:** qualquer funcionalidade que permita a produção de resultados mais úteis do que os dados em bruto.
- **Distribuição de informação:** após o processamento de dados é fundamental a distribuição destes a quem precise deles.
- **Utilização da informação:** por si só, a informação não tem qualquer valor, a sua utilização em contexto adequado permite a extração de determinadas conclusões para que possam ser tomadas decisões.

A figura 4.12 ilustra a arquitetura do sistema de informação incluindo especificamente a base de dados, API, *dashboard* e respetiva implementação do sistema.

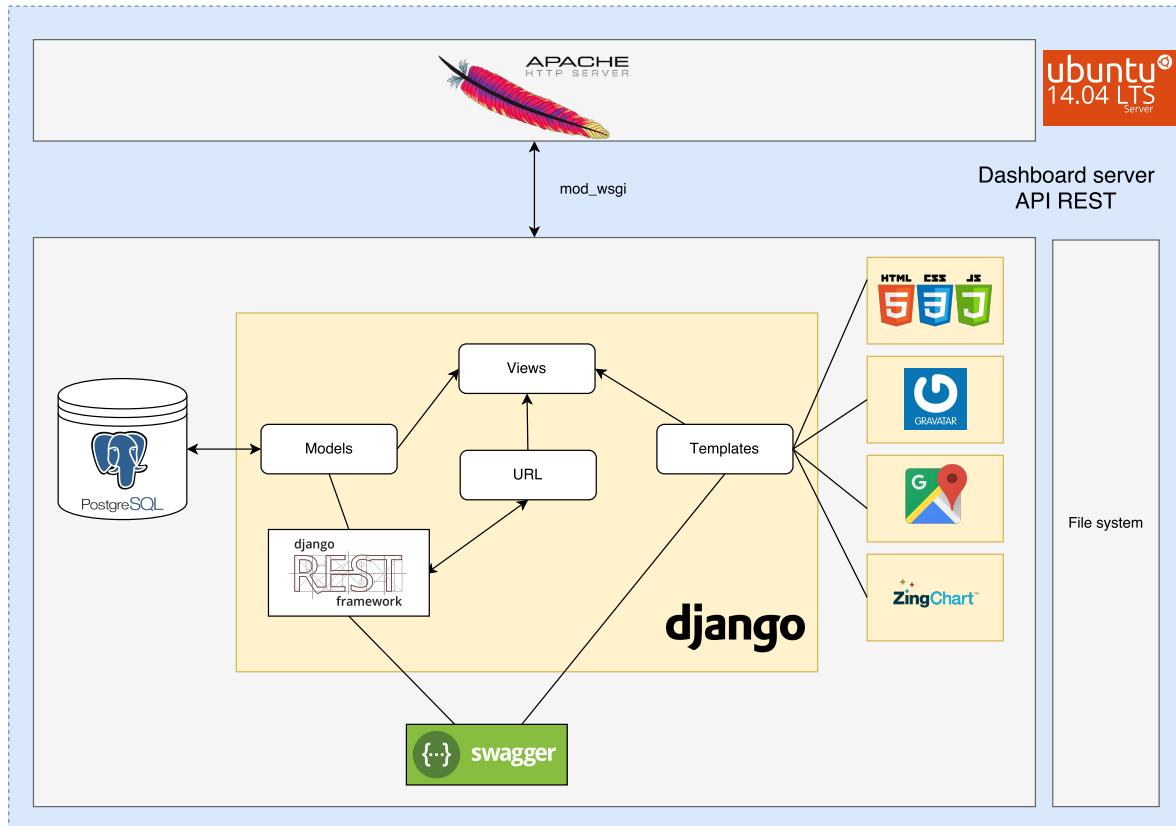


Figura 4.10: Arquitetura do sistema de informação (dashboard e API)

Aplicação web

A aplicação web é um componente essencial, enquadrando-se na camada de lógica de negócios como também na camada de apresentação, permitindo a interação por parte do utilizador (*frontend*) como também no processamento lógico (*backend*).

Tal como vimos na secção do estado de arte, a tecnologia para o desenvolvimento web recaiu sobre a *framework* Django, mais precisamente na versão 1.11 para python 2.7, sendo que como Integrated Development Environment (IDE) foi utilizada a verão 2016.3.3 do PyCharm.

Dada a facilidade com que a framework django tem em manipular view e templates, optou-se que tanto o desenvolvimento frontend da aplicação web como obviamente backend seja desenvolvido em Django. Para além disso, optou-se por criar uma API REST que permitisse a manipulação dos dados existentes na base de dados, sendo esta também desenvolvida paralelamente com a aplicação web. Seguidamente será explicada a sua arquitetura.

Uma das coisas mais interessantes no Django é sem dúvidas a existência de Object-Relational Mapping (ORM). Consiste numa técnica de desenvolvimento que permite modelar os dados através de classes em Python. Através dela, é possível gerar tabelas na base de dados e manipulá-las sem a necessidade de interagir diretamente com Structured Query Language (SQL) (embora também seja possível). Existiu necessidade de criar um script em SQL que verifica os valores lido pelos sensores gerandam ou não um alarmes. Caso o valor lido esteja fora dos valores previsto então é gerado um alarme e o utilizador será notificado, no capítulo seguinte será descrita a sua implementação.

A escolha do SGBD recaiu sobre o PostgreSQL, mais concretamente na versão xxx. Como ferramenta gráfica para administração deste SGBD foi utilizado o PgAdmin III¹ na versão 1.22. Este software gráfico tem inúmeras funcionalidades desde a possibilidade de ligação a base de dados remotas até à adição, edição, remoção e consultas em tabelas. Esta ferramenta é *opensource* e encontra-se disponível para Windows e UNIX.

No que diz respeito à camada de apresentação na plataforma web foram utilizadas as seguintes bibliotecas/frameworks:

- **HTML+CSS+JS:** o ponto de partida para a criação da interface web assentou no template denominado por AdminLTE sendo este baseado em Bootstrap 3². Neste template prevalecem as seguintes características: design responsivo, interface leve e apelativa, existência de múltiplos plugins, compatibilidade entre navegadores entre outros.
- **Gravatar:** serviço que disponibiliza um avatar que esteja associado a endereços de email registado. O Gravatar disponibiliza uma API que pode ser utilizada nas mais diversas linguagens de programação[25].
- **API Google Maps:** consiste num serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite. É usado na visualização da localização dos diferentes módulos.

¹www.pgadmin.org/

²<http://getbootstrap.com/>

- **ZingChart**: biblioteca em JS que permite receber dados a apresentá-los em formato gráfico. Esta solução *opensource* disponibiliza mais de 35 tipos e módulos de gráficos.

Dada da facilidade com que o django tem em com um SGBD,

Visualização modulos usados

Base de dados -*j* fazer ligação com API

API REST

Os métodos desta API permitiram execuções funções do tipo Representational State Transfer (REST). A tecnologia REST foi apresentada por Roy Fielding na Universidade de Califórnia no ano de 2000, cujo o titulo da sua dissertação era "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures". Roy estudou um conjunto de arquiteturas de software que usam a Web como uma plataforma para computação distribuída[26].

Esta tecnologia define um conjunto de princípios...

Representational State Transfer (REST) define um conjunto de princípios de arquitetura para sistemas distribuídos, com os quais podemos desenhar serviços web com foco nos recursos de um sistema, incluindo a forma com os recursos são organizados e transferidos através de HTTP para vários clientes em diferentes linguagens

Os métodos da API permitem executar as funções REST usando métodos HTTP explícitamente. Assim, torna-se fundamental perceber estes métodos para ter um melhor conhecimento da API. Como tal, de seguida, são descritos os métodos mais importantes que dão suporte a cada uma das funções REST.

- **GET**: permite efectuar operações de leitura
- **POST**: permite realizar operações de escrita, permitindo criar novos recursos ao sistema.
- **PUT**: permite criar ou atualizar um novo objecto ao sistema
- **DELETE**: permite apagar objecto ou recurso ao sistema.

Como vimos na secão X do estado da Arte, a escolha da framework para construção de uma API REST recaiu sobre o *Django REST framework*

Endpoints

framework Django REST é um conjunto de ferramentas poderoso e flexível para a construção de APIs Web.

Autenticação

Seguidamente será apresentada como foi criada a documentação desta API.

Documentação interativa

Para a geração automática da documentação da API utilizou-se o Swagger. Tal como descrito no site oficial desta framework [27], o Swagger é considerada a ferramenta de APIs mais popular e completa de todo o mundo permitindo facilmente o desenvolvimento do ciclo de vida de uma API, desde o design, documentação, testes e também implementação, tendo a grande vantagem de ser opensource. Neste contexto, apenas será utilizada como documentação, de modo a facilitar a sua interpretação da API criada. O swagger possui uma interface apelativa e intuitiva, permitindo interagir com a API e permitindo também que os seus utilizadores tenham uma ideia geral de como esta responde aos pedidos para diversos parâmetros e opções.

The screenshot shows the Swagger UI interface for a Django-based API. At the top, there's a green header bar with the Swagger logo, a 'Django Login' button, and an 'Authorize' button. Below the header, the title 'API documentation' is centered. The main content area is organized into sections corresponding to different API endpoints:

- alarms_reading**: Contains two operations: GET /api/alarms_reading/{id_reading} and POST /api/alarms_reading/{id_reading}. Each operation has a 'Show/Hide' link, a 'List Operations' link, and an 'Expand Operations' link.
- alarms_sensor**: Contains two operations: GET /api/alarms_sensor/{id_sensor} and POST /api/alarms_sensor/{id_sensor}. Each operation has a 'Show/Hide' link, a 'List Operations' link, and an 'Expand Operations' link.
- alarmssettings**: Contains one operation: GET /api/alarmssettings/. It has a 'Show/Hide' link, a 'List Operations' link, and an 'Expand Operations' link.
- cm**: Contains five operations: GET /api/cm/, POST /api/cm/, DELETE /api/cm/{pk_or_name}/, GET /api/cm/{pk_or_name}/, and PUT /api/cm/{pk_or_name}/. The first three are in red, indicating they are disabled or not yet implemented. The last two are in blue. Each operation has a 'Show/Hide' link, a 'List Operations' link, and an 'Expand Operations' link.
- cmperusers**: Contains one operation: GET /api/cmperusers/. It has a 'Show/Hide' link, a 'List Operations' link, and an 'Expand Operations' link.
- communication**: Contains one operation: GET /api/communication/. It has a 'Show/Hide' link, a 'List Operations' link, and an 'Expand Operations' link.

Figura 4.11: Arquitetura do sistema de informação (dashboard e API)

Implementação do sistema

Para implementar (vulgarmente denominada por deployment) o projeto em Django e respetiva API foi-me fornecida uma máquina com um distribuição Linux (Ubuntu 14.04.5) com as seguintes características:

- Central Processing Unit (CPU): Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2670 v3 @ 2.30GHz
- Random Access Memory (RAM): 2 GB

- Disco: 10.7 GB

Para o processo de *deployment* deste projeto optou-se pela utilização do servidor Apache juntamente com o pacote mod_wsgi³. Este pacote fornece uma Web Server Gateway Interface (WSGI) compatível para o alojamento de aplicações web em Python sob o servidor Apache.

O Apache é um servidor web opensource mais utilizado em todo o mundo

[28]

Aplicação mobile

Mockup da aplicação em anexo

Phonegap + angular js

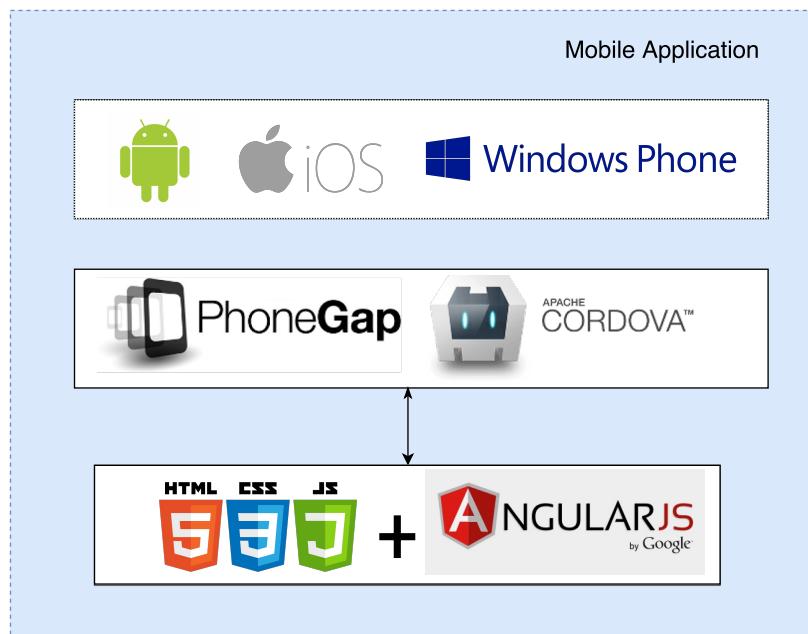


Figura 4.12: Arquitetura do sistema de informação (dashboard e API)

Tal como descrito na secção do estado de arte, para o desenvolvimento mobile optou-se pela utilização de um paradigma multi-plataforma, para tal, escolheu-se o PhoneGap juntamente com o Apache Cordova.

De modo a facilitar a manipulação em javascript optou-se por utilizar a framework AngularJS. Esta framework opensource mantida pela google desde 20XX

³<https://modwsgi.readthedocs.io/en/develop/>

4.6.2 Simulação em hardware

Após a desenvolvimento da API anteriormente descrita, pretendeu-se simular o sistema num contexto real. Para tal, planeou-se encontrar hardware que encaixasse no contexto deste projeto. Foram utilizados dois micro-controladores (Arduino e Raspberry Pi) e alguns sensores. Neste contexto, assume-se que o Arduino é considerado um SM que possui um conjunto de sensores enquanto que o Raspberry Pi é um CM que recebe os dados provenientes do SM enviando-os para o servidor web.

Seguidamente, são apresentados os sensores utilizados bem como o tipo de comunicação.

Sensores utilizados

Nesta secção serão apresentados os sensores utilizados na simulação e as suas principais características. Todos os sensores foram escolhidos tendo em conta o seu enquadramento no projeto e a sua disponibilidade no laboratório. Todos os sensores que se apresentam encontram-se ligados a um Arduino nano.

Temperatura

Como sensor de temperatura foi utilizado um termíster do tipo Negative Temperature Coefficient (NTC). Como vimo anteriormente, um termíster é um semicondutor sensível à temperatura i.e. cujo o coeficiente de variação da resistência com a temperatura é negativa, ou seja, quando a temperatura sobe então consequentemente a resistência diminui.

Na figura 4.14 encontra-se o esquema de ligação deste componente e na tabela 4.3 as propriedades principais.



Figura 4.13: TTC 104 NTC

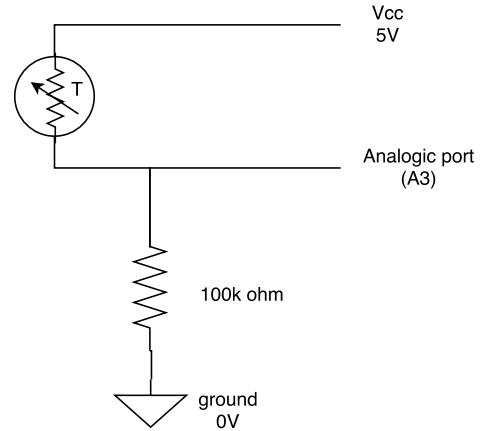


Figura 4.14: Esquema eletrotécnico da ligação do sensor de temperatura

Dimensão	5mm
Resistência	100K Ω
Valor máximo	+125C
Valor mínimo	-30C
Nível de confiança	+ - 10%
Preço	0.35 €/unidade

Tabela 4.3: Características do sensor TTC 104 [29]

Luminosidade

Para simular a luminosidade incidente foi utilizado um sensor do tipo foto-resistência. Este sensor, também conhecido como Light Dependent Resistor (LDR), não é mais do que uma resistência variável cujo o seu valor varia conforme a intensidade da luz que incide sobre ele i.e. à medida que a intensidade da luz aumenta, a sua resistência diminui. Este sensor tem múltiplas aplicações, entre as quais se destaca a monitorização solar, indicador da posição do sol (up/down), alarmes anti-roubo, alarme para abertura/fecho de portas entre outras.

Como vimos na secção X do capítulo do Estado de Arte é um sensor de baixo custo e bastante fácil de utilização. Na figura 4.16 encontra-se o esquema de ligação do componente e na tabela 4.5 são apresentadas as principais características do sensor utilizado.

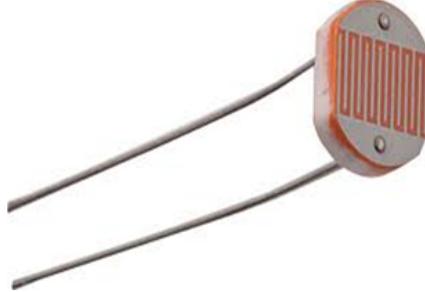


Figura 4.15: Sensor foto-resistência GL5528

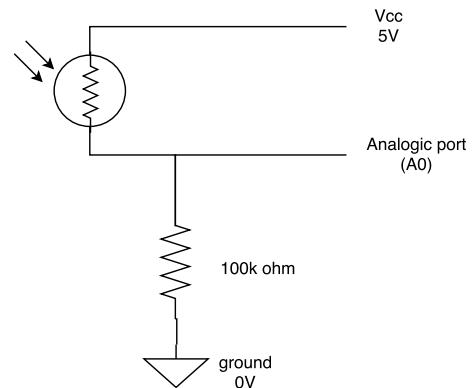


Figura 4.16: Esquema eletrotécnico da ligação do sensor de luminosidade

Diâmetro	5mm
Tensão máxima	150VDC
Potência máxima	100mW
Tensão de operação	-30 C a 70 C
Espectro	540nm
Comprimento com terminais	32mm
Resistência no escuro	1 M (Lux 0)
Resistência na luz	10-20 Komega (Lux 10)
Material	Carbono
Preço	0.22 €/unidade

Tabela 4.4: Características do sensor GL5528 [30]

Sensor de nível líquido

Este sensor não é mais do que um interruptor que é ativo sempre que um determinado líquido ultrapassa o mesmo. Sempre que algum líquido atingir o pedaço de plástico este irá subir ativando assim o circuito. Na figura 4.18 encontra-se o esquema da ligação deste sensor.



Figura 4.17: Water Level Switch Liquid Level Sensor Plastic Ball Float



Figura 4.18: Esquema eletrotécnico da ligação do sensor de nível líquido

Simulador de válvula para transferências de águas

Para a simulação de uma válvula que permitirá as transferências de água doce e salgada foi utilizado um simples *led*. Este possibilita facilmente identificar através da ativação do *led* se a válvula se encontra ativa ou não.



Figura 4.19: Led simples.

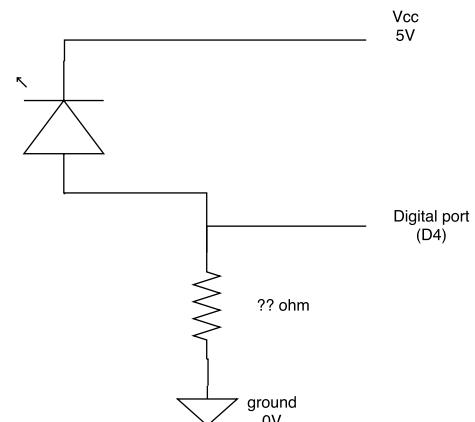


Figura 4.20: Esquema eletrotécnico da ligação do led

Comunicação

Nesta secção, será apresentado o tipo de comunicação para este cenário de simulação. Pretendeu-se que cada um dos módulo ficassem isolados entre si, o que implicou o estudo e respetiva escolha de algumas tecnologias de comunicações sem fio. Neste caso, foram escolhidas as seguintes:

- **Bluetooth:** utilizado para a comunicação entre o Arduino (SM) e o Raspberry Pi 3 (CM). No Arduino foi utilizado um módulo Bluetooth HC-06 e no Raspberry Pi 3 foi utilizado o seu próprio módulo interno.
- **Wifi:** utilizado para a comunicação entre o Raspberry Pi 3 (CM) e o servidor.

O esquema da figura 4.21 pretende esquematizar os tipos de comunicação envolvidos nesta simulação para cada um dos componentes.

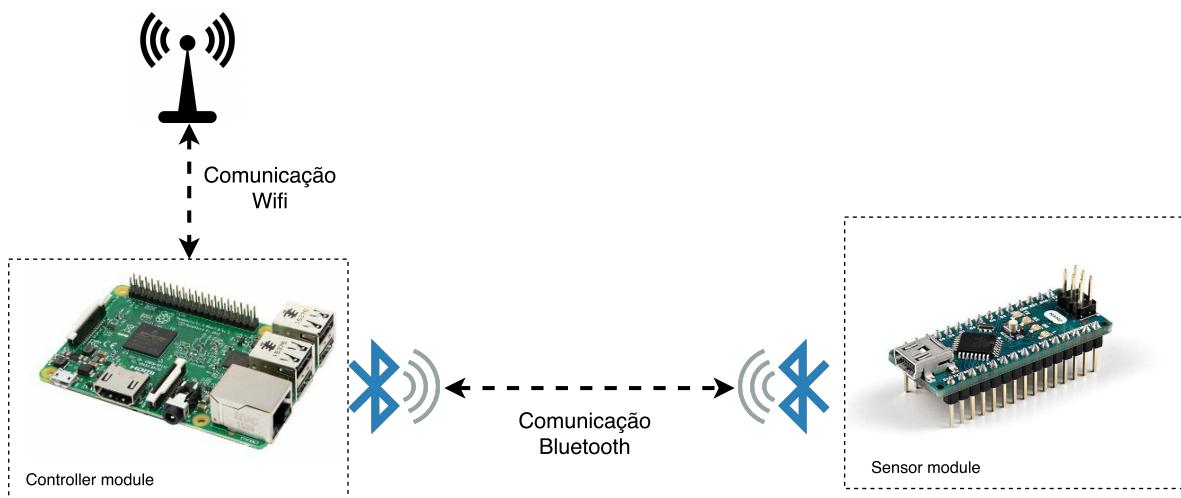


Figura 4.21: Arquitetura lógica

Módulo bluetooth HC-06

Este módulo bluetooth HC-05 oferece uma forma fácil e barata de comunicação com seu projeto Arduino. Diferente do modelo HC-06, suporta tanto o modo mestre como escravo, além de ter uma fácil configuração.

Em sua placa existe um regulador de tensão e você poderá alimentar com 3.3 a 5v, bem como um LED que indica se o módulo está pareado com outro dispositivo. Possui alcance de até 10m.

é mais uma forma simples e barata de enviar e receber informações remotamente.

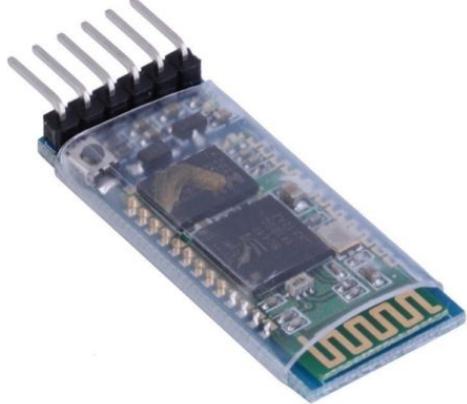


Figura 4.22: Flower one.

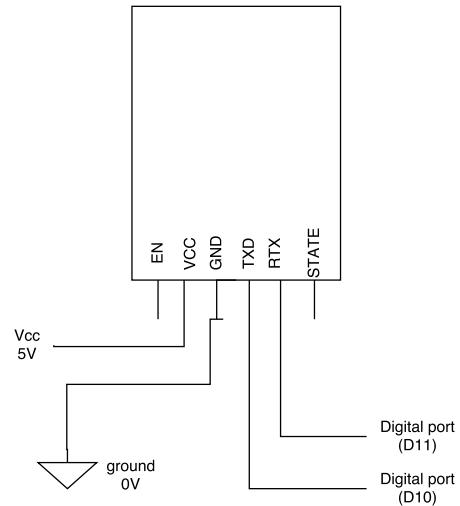


Figura 4.23: Esquema eletrotécnico da ligação do módulo bluetooth

Diâmetro	5mm
Protocolo Bluetooth	v2.0+EDR
Frequência	2,4GHz Banda ISM
Segurança	Autentificação e Encriptação
Tensão	3,3v (2,7-4.2v)
Alcance	10m
Dimensões	26,9 x 13 x 2,2mm
Peso	9,6g
Preço	32€/unidade

Tabela 4.5: Características do sensor GL5528 [30]

4.7 Sistema de deteção de intrusos

No contexto desta dissertação houve necessidade de implementar um sistema de video-stream que permitisse detetar intrusos, maioritariamente pessoas ou animais de grande porte, que possam invadir as quintas onde se produz salicornia. Esta necessidade prende-se essencialmente com elevado custo do hardware do sistema de monitorização e também de eventuais instrumentos de elevado custo necessários ao cultivo desta espécie (e.g. geradores, máquinas elétricas para poda etc.).

Neste capítulo é descrita a tecnologia de processamento de imagem utilizada tal como o algoritmo disponibilizado pela mesma. Apresenta-se a implementação deste mecanismo e os testes necessários.

4.7.1 Biblioteca de processamento de imagem: OpenCV

O OpenCV, também conhecido por *Open Source Computer Vision Library*, é uma biblioteca de software de visão por computador de código *open source* (figura 4.24). OpenCV foi construído para fornecer uma infra-estrutura comum para aplicações de visão computacional e para criar o uso da percepção da máquina nos produtos comerciais.

A biblioteca possui mais de 2500 algoritmos otimizados, que inclui um conjunto abrangente de algoritmos clássicos e avançados de visão computacional e algoritmos de *machine learning*. Esses algoritmos podem ser usados para detectar e reconhecer rostos, identificar objetos, classificar ações humanas em vídeos, detetar movimentos numa câmara, seguir um objetos em movimento, produzir nuvens de pontos 3D de câmaras estéreo, entre outros. OpenCV tem mais de 47 mil pessoas na comunidade de usuários e o número estimado de downloads superior a 7 milhões. A biblioteca é amplamente utilizada em empresas e grupos de pesquisa [31].

O OpenCV é usado principalmente em aplicações de visão em tempo real. Esta biblioteca tem interfaces nas mais diversas linguagens: C++, C, Python, Java e MATLAB, embora seja nativamente escrito em C. OpenCV tem suporte para Windows, Linux e Mac OS[31].



Figura 4.24: Logótipo OpenCV

Conclusões

Desde logo a escolha da tecnologia para processamento de imagem recaiu sobre o opencv não apenas por ser uma biblioteca bastante popular e possuir bastantes algoritmos implementados mas também por eu próprio possuir já algum background e projetos desenvolvidos neste contexto.

Pretendeu-se que este processamento fosse implementado em material já adquirido sem necessidade de gastos. Optou-se então por utilizar um *Raspberry Pi* que juntamente com um *Raspberry Pi camera module* (figura 4.25) permitirá a aquisição de imagem e servirá também como *controller module* ao sistema de aquisição de dados.

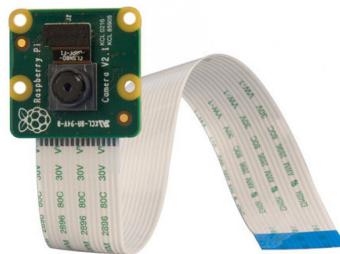


Figura 4.25: Raspberry Pi Camera Board V2 8MP 1080p

Eis algumas das características principais do Raspberry Pi Camera Board V2:

- lente de foco fixo on-board
- 150 milímetros CSI cabo da câmara incluída
- 8 megapixels do sensor com capacidade de resolução nativa de 3.280 imagens estáticas de pixels x 2464
- Suporta 1080p30, 720p60 e 640x480p90 vídeo
- Tamanho 25 milímetros x 23 milímetros x 9 mm
- Peso pouco mais de 3 g
- Liga-se à placa de framboesa Pi por meio de um cabo de fita curta (fornecido)
- Camera v2 é compatível com a última versão do Raspbian, sistema operacional preferido do Raspberry Pi

4.8 Diagrama de componentes

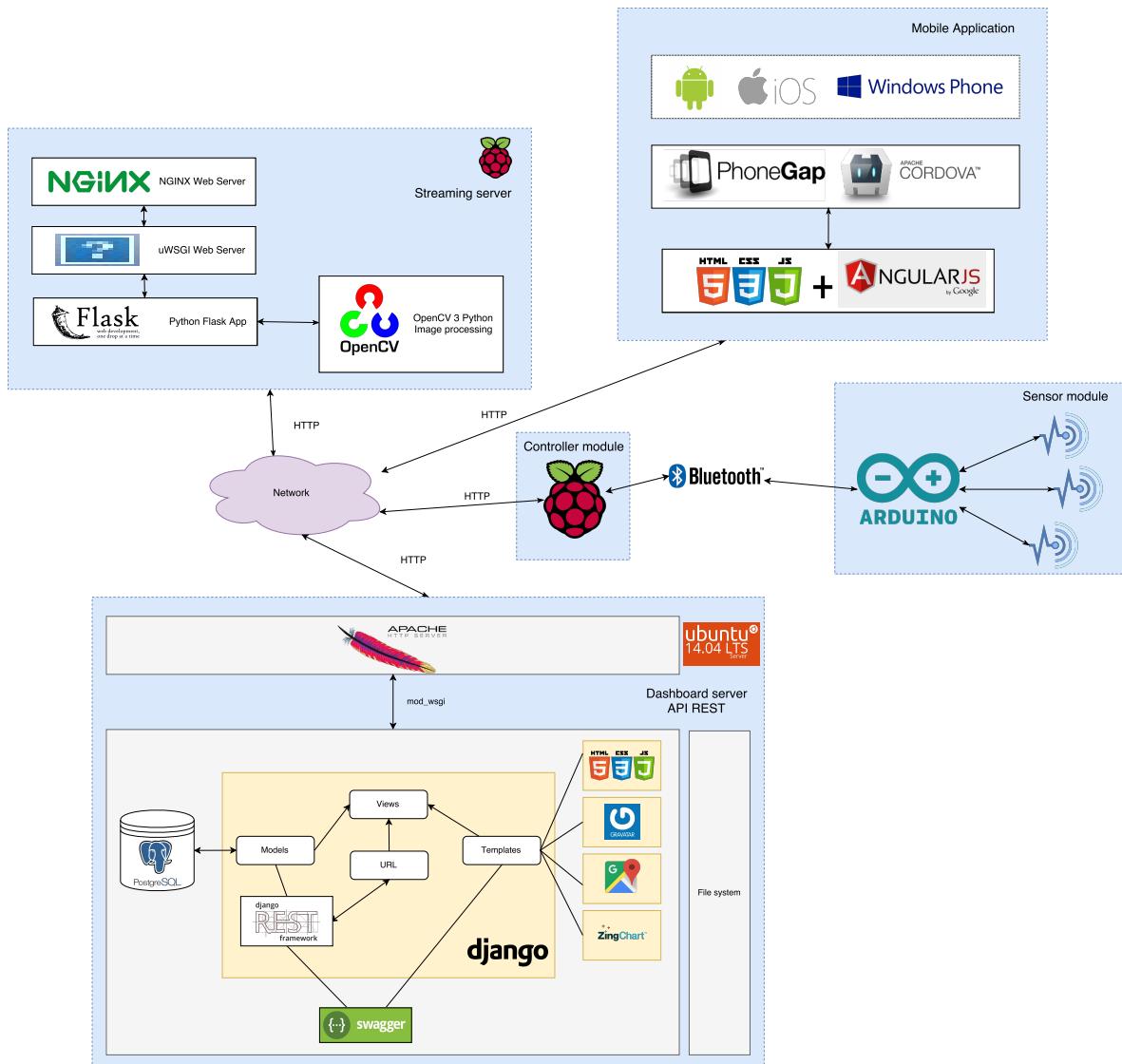


Figura 4.26: Esquema relacional da estrutura da base de dados

4.9 Considerações finais

5

Implementação

Neste capítulo será apresentado

kkkkkkkkkkDurante o desenvolvimento um software pressupõe-se que os seus intervenientes sigam determinadas metodologia para o seu programa possa revolucionar a vida de um grupo em específico ou até mesmo da sociedade. Durante o desenvolvimento um software pressupõe-se que os seus intervenientes sigam determinadas metodologia para o seu programa possa revolucionar a vida de um grupo em específico ou até mesmo da sociedade. kkkkkkkkkk

5.1 Sistema de informação

trigger..

5.1.1 API

5.1.2 Aplicação web

5.1.3 Aplicação mobile

5.1.4 *Deploy* do projecto

<https://jee-appy.blogspot.com.tr/2015/04/deploy-django-project-on-apache-using.html>

Características da máquina virtual

Description: Ubuntu 14.04.1 LTS 64 bitsRAM 2GB

1. Instalação da versão 2.7 python bem como pip e respectivo upgrade para a versão mais recente
2. Instalação da versão xx do postgres e criação de uma base de dados com o nome salibd

3. Instalação do apache2 e do mod_wsgi que fará a ligação do projeto python com o servidor apache
4. Instalação do virtualenv

5.2 Simulação em hardware

Nesta secção pretende-se explicar a implementação a nível de *software* no contexto desta simulação para cada um dos micro-controladores.

5.2.1 Arduino

No que diz respeito ao Arduino Nano (SM), numa fase inicial, procedeu-se à ligação dos diversos componentes anteriormente apresentados na *breadboard* tal como se encontra apresentado no Anexo G. Para auxiliar o desenvolvimento de *software* foi utilizada a versão 1.8.1 do IDE do próprio Arduino¹.

Seguidamente apresenta-se a implementação necessária a nível de sensores e de comunicação.

5.2.2 Sensores

Foram desenvolvidos os seguintes métodos que permitem aceder aos valores lidos de cada um dos sensores. Para além disso, foi criado um método que permite alterar o estado da válvula para transferência de água.

- `int readTemperature(int port)`: é efetuada uma leitura no porto analógico. Após a leitura este é convertido para °C (graus Celsius)
- `long readLuminosity(int port)`:
- `int readWaterValve(int port)`: é efetuada uma leitura no porto digital através do método `digitalRead`.
- `int readWaterLevel(int port)`: é efetuada uma leitura no porto digital através do método `digitalRead`.
- `void setWaterValve(int port, int state)`: se a variável `state` for 1 então o porto é colocado a HIGH (1) através do método `digitalWrite`, caso contrário é colocado a LOW (0)

Inicialmente procedeu-se à leitura de cada sensor de forma individual de modo a garantir o seu total funcionamento. Sempre que é feita um pedido de leitura dos sensores pelo CM os valores são enviados com o seguinte formato:

`<temperatura>;<nível_água>;<luminosidade>;<estado_válvula>` (5.1)

¹<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

5.2.3 Comunicação

Numa primeira fase procedeu-se à comunicação entre o SM e CM através de porta série. Seguidamente resolveu-se incorporar o módulo bluetooth de modo a tornar cada módulo independente. De módulo de interagir com o módulo bluetooth utilizou-se o package `SoftwareSerial.h` disponível no Arduino. Decidiu-se que caso o módulo bluetooth recebesse valores de 0 a 2 tinha diferentes comportamentos:

- **0:** ativação (ligar) da válvula;
- **1:** desativação (desligar) da válvula;
- **2:** recebe dados obtidos pelos sensores no formato definido em (5.1)

Antes de proceder à implementação de envio e receção de dados por bluetooth no Raspberry Pi 3 optou-se por testar este mecanismo através de uma aplicação Android existente na *Play Store* chamada de *Bluetooth Terminal HC-05*²

Raspberry Pi

Comunicação

Como é possível observar na figura 4.21, para a comunicação no Raspberry Pi (CM) entre o Arduino (SM) foi utilizado o modulo interno de bluetooth 4.1 que este incorpora no seu hardware. Para tal, foi desenvolvido um *script* em Python que permite o seguinte:

1. Verificar dispositivos bluetooth disponíveis
2. Estabelecer conexão com módulo HC-06 através de um socket para comunicação utilizando para isso o package `socket` do python.
3. Aceder à API para verificar estado da válvula de admissão de águas e enviá-lo através do socket utilizando o método `send()`
4. No caso se ser enviado o digito 1 a válvula será aberta, enquanto que se for enviado o digito 2 a válvula é fechada.
5. No caso de ser enviado o digito 2, o socket ficará à espera de receber os dados lidos pelos sensores, utilizando para isso o método `recv()`
6. Após receber os dados lidos, é efetuado algum processamento para que os dados sejam enviados através da API.

²<https://play.google.com/store/apps/details?id=project.bluetoothterminal>

7. Todos os pontos 3 a 6 são repetidos com um atraso igual ao seding time definido o sensor module na dashboard.

Para permitir o acesso aos recursos do sistema Bluetooth foi utilizada uma extensão (*package*) do Python denominado de *pybluez*³.

5.2.4 Considerações finais

¿1 fase testar coneccao arduino to rasp via porta serie; foi criado um script em python para processar info e enviar para o servidor através da API

¿2 fase : necessidade de tornar um módulo isolado sem necessidade de fio; foi testado um modulo wifi e bluetooth;

¿neste contexto modulo wifi nao!... pretende-se que os sensor moduels sejam de baixo custo e low power. foi utilizado um modulo bluetooth; foi testada a conexao da comm bluetooth através de uma client disponveil na google play bluetooth terminal HC-05

¿ pq nao foi usado um sensor de salinidade? nao havia orçamento..

³<https://github.com/karulis/pybluez>

5.3 Sistema de deteção de intrusos

No que toca ao desenvolvimento, optou-se por utilizar o package picamera. Este pacote fornece uma interface em Python (disponível para qualquer versão) para o módulo de câmera Raspberry Pi⁴, permitindo uma fácil interação entre a aquisição da imagem e respetivo processamento. Neste contexto optou-se obviamente por utilizar a interface Python da biblioteca do OpenCV.

5.3.1 Algoritmos de deteção de intrusos

De modo a estudar alguns algoritmos de deteção de pessoas foram estudados alguns artigos neste contexto.

Para a resolução deste problema foi efetuados

HOGDescriptor: classe que implementa um histograma de gradientes orientado ([Dalal2005]) detetor de objetos.

`hog = cv2.HOGDescriptor() hog.setSVMClassifier(cv2.HOGDescriptor.getDefaultPeopleDetector())`

Usado biblioteca do opencv que permite detectar HOGDescriptor

Deteção de intrusos:

<http://www.pyimagesearch.com/2015/11/09/pedestrian-detection-opencv/>

versão simplificada: <http://www.pyimagesearch.com/2015/02/16/faster-non-maximum-suppression-python/>

Servidor em flask

`deploy https://iotbytes.wordpress.com/python-flask-web-application-on-raspberry-pi-with-nginx-and-uwsgi/`

Dataset:

é usado um detector HOG juntamente com um classificador linear SVM
parametros do método detectMultiScale do opencv

- **img**: parâmetro obrigatório.
- **hitThreshold**: parâmetro opcional.
- **winStride**: parâmetro opcional.
- **padding**: parâmetro opcional. Os valores típicos para preenchimento incluem (8, 8), (16, 16), (24, 24), e (32, 32).
- **scale**: parâmetro opcional.

⁴<http://picamera.readthedocs.io/en/release-1.13/>

- `finalThreshold`: parâmetro opcional.
- `useMeanShiftGrouping`: parâmetro opcional.

Neste contexto apenas foram utilizados os seguintes parâmetros `winStride`, `scale`, `padding`.

5.3.2 Testes

Foram considerados 4 frames de imagens e no apêndice X

5.3.3 Implementação

Flask é considerada uma microframework web desenvolvida em Python e baseado nas bibliotecas WSGI Werkzeug e Jinja2. Escolhi esta microframework pois pretende-se que esta seja executada num microcontrolador com baixos recursos. Para além disso, considera-se ser de fácil aprendizagem relativamente ao Django (já abordado na capítulo XX) e com uma ótima documentação.

5.4 Considerações finais

6

Resultados

- 6.1 Aplicação web
- 6.2 Aplicação mobile
- 6.3 Testes API
- 6.4 Simulação em hardware
- 6.5 Sistema de deteção de intrusos

7

Conclusão e trabalho futuro

7.1 Conclusão

7.2 Trabalho futuro

utilizar um sensor de salinidade para o cenário e implementar

7.3 Considerações finais

Bibliografia

- [1] V. Isca, A. Seca, D. Pinto, and A. Silva, *An overview of Salicornia genus: the phytochemical and pharmacological profile*, natural pr ed., V. Gupta, Ed. Daya Publishing House, New Delhi, 2014.
- [2] P. T. Hiep, H. Noi, V. Nam, N. H. Hoang, H. Noi, and V. Nam, “A Review of Open Source Software Development Life Cycle Models,” *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, vol. 9, no. 5, pp. 391–402, 2014. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.14257/ijseia.2014.8.3.38>
- [3] T. Davidson, *Chambers twentieth century dictionary*, W. & R. Ch, Ed., London, 1903.
- [4] João Silva, “Sal verde, National Geographic.” [Online]. Available: <https://nationalgeographic.sapo.pt/23-arquivo/as-nossas-historias/298-sal-verde> [Accessed: 2017-02-01]
- [5] S. Beer and O. Demina, “A new species of Salicornia (Chenopodiaceae) from European Russia,” pp. 253–257, 2005.
- [6] M. Ferri and N. Menezes, *Glossário Ilustrado de Botânica*, 1st ed., Livraria Nobel, Ed., Brasil, 1981.
- [7] M. H. A. Silva, “Aspectos morfológicos e ecofisiológicos de algumas halófitas do sapal da Ria de Aveiro,” Ph.D. dissertation, Universidade de Aveiro, 2000. [Online]. Available: <http://ria.ua.pt/handle/10773/925>
- [8] A. J. Davy, G. F. Bishop, and C. S. B. Costa, “*Salicornia* L. (*Salicornia pusilla* J. Woods, *S. ramosissima* J. Woods, *S. europaea* L., *S. obscura* P.W. Ball & Tutin, *S. nitens* P.W. Ball & Tutin, *S. fragilis* P.W. Ball & Tutin and *S. dolichostachya* Moss),” *Journal of Ecology*, vol. 89, no. 4, pp. 681–707, 2001.

- [9] R. Pinto, “Expresso — A planta que é uma alternativa ao sal: antes era uma praga, agora é uma erva gourmet,” 2015. [Online]. Available: <http://bit.ly/1PR7KAG> [Accessed: 2017-02-01]
- [10] E. Figueroa, J. Jimenez-Nieva, J. Carranza, and C. Gonzalez Vilches, “Distribucion y Nutricion Mineral de Salicornia ramosissima J. Woods, Salicornia europaea L. y Salicornia dolichostachya Moss. en el estuario de los rios Odiel y Tinto (Huelva, SO España),” *Limnetica*, vol. 3, no. 2, pp. 307–310, 1987.
- [11] H. Silva, G. Caldeira, and H. Freitas, “Salicornia ramosissima population dynamics and tolerance of salinity,” *Ecological Research*, vol. 22, no. 1, pp. 125–134, 2007.
- [12] Y. Ventura, W. A. Wuddineh, M. Myrzabayeva, Z. Alikulov, I. Khozin-Goldberg, M. Shpigel, T. M. Samocha, and M. Sagi, “Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual Salicornia and perennial Sarcocornia halophytes as leafy vegetable crops,” *Scientia Horticulturae*, vol. 128, no. 3, pp. 189–196, apr 2011. [Online]. Available: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423811000537>
- [13] M. Filomena, D. J. Raposo, R. Manuel, S. Costa, A. Maria, and M. Bernardo, “Controlled atmosphere storage for the preservation of Salicornia ramosissima,” no. October 2016, 2009.
- [14] Q. Z. Wang, X. F. Liu, Y. Shan, F. Q. Guan, Y. Chen, X. Y. Wang, M. Wang, and X. Feng, “Two new nortriterpenoid saponins from Salicornia bigelovii Torr. and their cytotoxic activity,” *Fitoterapia*, vol. 83, no. 4, pp. 742–749, jun 2012. [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22414316http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0367326X12000640>
- [15] D. Evans, “A Internet das Coisas Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo,” pp. 5–7, 2011.
- [16] B. Getting, “Basic Definitions: Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 — Practical Ecommerce.” [Online]. Available: <http://www.practicalecommerce.com/articles/464-Basic-Definitions-Web-1-0-Web-2-0-Web-3-0> [Accessed: 2017-02-20]
- [17] J. Lovato, “Google’s evolution in 10 years,” 2014. [Online]. Available: <http://www.mediavisioninteractive.com/blog/search-enginenews/looking-back-moving-forward-google-evolution/> [Accessed: 2017-02-20]

- [18] T. Our, “Resume : Context Aware Computing for The Internet of Things : A Survey Article 2013,” pp. 1–5, 2013.
- [19] J. Rowley, “The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy,” *Journal of Information Science*, vol. 33, no. 2, pp. 163–180, 2007. [Online]. Available: <http://alturl.com/7qike>
- [20] The PostgreSQL Global Development Group, “PostgreSQL: About,” 2012. [Online]. Available: <https://www.postgresql.org/about/> [Accessed: 2017-05-29]
- [21] A. S. H. G. Abreu, “Sistema de Monitorização de Estufas Agrícolas,” Ph.D. dissertation, University of Aveiro, 2012. [Online]. Available: <http://ria.ua.pt/handle/10773/10269>
- [22] B. Nuseibeh and S. Easterbrook, “Requirements engineering,” *Proceedings of the conference on The future of Software engineering - ICSE '00*, vol. 1, pp. 35–46, 2000. [Online]. Available: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=336512.336523>
- [23] Laudon, C. Kenneth, Laudon, and P. Jane, *Management Information Systems New Approaches to Organization & Technology*. Prentice Hall, 1998.
- [24] E. Turban, *Information technology for management : improving quality and productivity*. Wiley, 1996. [Online]. Available: https://books.google.pt/books?id=FqxzQgAACAAJ&redir_esc=y&hl=pt-PT
- [25] “Gravatar - Globally Recognized Avatars.” [Online]. Available: <http://pt.gravatar.com/site/implementhttps://secure.gravatar.com/> [Accessed: 2017-06-10]
- [26] A. Rodriguez, “RESTful Web services: The basics,” no. February, pp. 1–11, 2015. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/ca66/561d3602f65aef1301145e4e2689681b1967.pdf> <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-restful/>
- [27] SmartBear Software, “Swagger – The World’s Most Popular Framework for APIs.” 2017. [Online]. Available: <http://swagger.io/> [Accessed: 2017-06-07]
- [28] The Apache Software Foundation, “Foundation Project,” 2016. [Online]. Available: <https://www.apache.org/foundation/> [Accessed: 2017-06-12]
- [29] “Datasheet, NTC Thermistor TTC05 Series, Disc Type for Temperature Sensing/Compensation.” [Online]. Available: <http://extra-parts.com/datasheets/TTC.pdf>

- [30] L. LIDA OPTICAL&ELECTRONIC CO., “Datasheet, CdS Photoconductive cells, GL5528,” p. 1. [Online]. Available: <https://pi.gate.ac.uk/pages/airpi-files/PD0001.pdf> [Accessed: 2017-05-24]
- [31] Itseez, “About - OpenCV library.” [Online]. Available: <http://opencv.org/about.html> [Accessed: 2017-05-19]

A

Untitled appendix #A

Write something here...

B

Mockups da aplicação mobile

Tabela B.1: Um nome qualquer

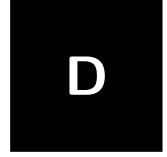
Posição	País	IDH
1	Noruega	.955
2	Austrália	.938
3	EUA	.937
4	Holanda	.921
5	Alemanha	.920

C

Trigger SQL

```
1 CREATE OR REPLACE FUNCTION alarm_occurred() returns trigger as
2   $alarm$
3
4   DECLARE
5     varmax FLOAT;
6     varmin FLOAT;
7
8   BEGIN
9
10    varmax := (select max from saliapp_alarmssettings where
11      id_sensor_id= new.id_sensor_id);
12    varmin := (select min from saliapp_alarmssettings where
13      id_sensor_id= new.id_sensor_id);
14
15    IF (new.value >= varmax) THEN
16      insert into saliapp_alarms (id_reading_id, checked, max_or_min)
17        VALUES (new.id, 'f', 't');
18
19    RETURN new;
20
21  END IF;
22
23  IF (new.value <= varmin) THEN
24    insert into saliapp_alarms (id_reading_id, checked, max_or_min)
25      VALUES (new.id, 'f', 'f');
26
27  RETURN new;
28
29  END IF;
30
```

```
19 RETURN NULL;
20 END
21 $alarm$
22 LANGUAGE plpgsql;
23
24 create trigger trigger_alarm_occurred after insert on
25   saliapp_reading
26 for each row execute procedure alarm_occurred();
27
28 DROP FUNCTION alarm_occurred();
29
30 DROP TRIGGER trigger_alarm_occurred ON saliapp_reading;
```



D

Resultados processamento de imagem

Características do computador

- CPU: Intel Core i7-3630QM CPU @ 2.40GHz x 8
- SO version: Ubuntu 16.04.2 LTS
- Intel Corporation 3rd Gen Core processor Graphics Controller (rev 09) NVIDIA Corporation GF108M [GeForce GT 635M] (rev a1)

D.1 Frame 1



Figura D.1: Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW

Características:

- Dimensões (px):
- Tamanho (MB):
- Número de pessoas existentes:

winStride	padding	scale	detection (number)	execution time (seg)
(2, 2)	(8, 8)	0.5	4	0.184819936752
(4, 4)	(8, 8)	0.5	3	0.0488700866699
(8, 8)	(8, 8)	0.5	1	0.0153889656067
(2, 2)	(8, 8)	1.0	4	0.17699098587
(4, 4)	(8, 8)	1.0	3	0.0484340190887
(8, 8)	(8, 8)	1.0	1	0.0148591995239
(2, 2)	(8, 8)	1.5	6	0.177606105804
(4, 4)	(8, 8)	1.5	5	0.0484080314636
(8, 8)	(8, 8)	1.5	2	0.0160319805145
(2, 2)	(16, 16)	0.5	4	0.193215847015
(4, 4)	(16, 16)	0.5	3	0.0518131256104
(8, 8)	(16, 16)	0.5	1	0.0164451599121
(2, 2)	(16, 16)	1.0	4	0.193369865417
(4, 4)	(16, 16)	1.0	3	0.05233502388
(8, 8)	(16, 16)	1.0	1	0.0161139965057

(2, 2)	(16, 16)	1.5	6	0.193920850754
(4, 4)	(16, 16)	1.5	5	0.0550818443298
(8, 8)	(16, 16)	1.5	2	0.0162160396576
(2, 2)	(24, 24)	0.5	4	0.203732967377
(4, 4)	(24, 24)	0.5	3	0.0558068752289
(8, 8)	(24, 24)	0.5	1	0.0173289775848
(2, 2)	(24, 24)	1.0	4	0.203326940536
(4, 4)	(24, 24)	1.0	3	0.0569319725037
(8, 8)	(24, 24)	1.0	1	0.0179741382599
(2, 2)	(24, 24)	1.5	6	0.20330619812
(4, 4)	(24, 24)	1.5	5	0.0555651187897
(8, 8)	(24, 24)	1.5	2	0.0173530578613

Tabela D.1: Your caption here

D.2 Frame 2



Figura D.2: Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW

winStride	padding	scale	detection (number)	execution time (seg)
(2, 2)	(8, 8)	0.5	11	0.335342168808
(4, 4)	(8, 8)	0.5	4	0.0799450874329
(8, 8)	(8, 8)	0.5	0	0.0238499641418
(2, 2)	(8, 8)	1.0	11	0.293792009354
(4, 4)	(8, 8)	1.0	4	0.0808959007263
(8, 8)	(8, 8)	1.0	0	0.024552822113
(2, 2)	(8, 8)	1.5	10	0.310877084732
(4, 4)	(8, 8)	1.5	6	0.0828230381012
(8, 8)	(8, 8)	1.5	1	0.031553030014
(2, 2)	(16, 16)	0.5	11	0.356366157532
(4, 4)	(16, 16)	0.5	5	0.0858371257782
(8, 8)	(16, 16)	0.5	0	0.0261859893799
(2, 2)	(16, 16)	1.0	11	0.324184179306
(4, 4)	(16, 16)	1.0	5	0.0870020389557
(8, 8)	(16, 16)	1.0	0	0.0258660316467
(2, 2)	(16, 16)	1.5	10	0.321846008301
(4, 4)	(16, 16)	1.5	7	0.0916659832001
(8, 8)	(16, 16)	1.5	1	0.0345950126648
(2, 2)	(24, 24)	0.5	11	0.343872070312
(4, 4)	(24, 24)	0.5	5	0.0918598175049
(8, 8)	(24, 24)	0.5	0	0.0270938873291

(2, 2)	(24, 24)	1.0	11	0.344779968262
(4, 4)	(24, 24)	1.0	5	0.090653181076
(8, 8)	(24, 24)	1.0	0	0.0263440608978
(2, 2)	(24, 24)	1.5	10	0.355221986771
(4, 4)	(24, 24)	1.5	7	0.0967049598694
(8, 8)	(24, 24)	1.5	1	0.0326068401337

Tabela D.2: Your caption here

D.3 Frame 3



Figura D.3: Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW

winStride	padding	scale	detection (number)	execution time (seg)
(2, 2)	(8, 8)	0.5	8	1.25844407082
(4, 4)	(8, 8)	0.5	5	0.359390974045
(8, 8)	(8, 8)	0.5	1	0.131782054901
(2, 2)	(8, 8)	1.0	8	1.27126002312
(4, 4)	(8, 8)	1.0	5	0.355902910233
(8, 8)	(8, 8)	1.0	1	0.131030082703
(2, 2)	(8, 8)	1.5	16	1.26964783669
(4, 4)	(8, 8)	1.5	12	0.364797115326
(8, 8)	(8, 8)	1.5	1	0.197186946869
(2, 2)	(16, 16)	0.5	8	1.3578350544
(4, 4)	(16, 16)	0.5	5	0.357763051987
(8, 8)	(16, 16)	0.5	1	0.132702112198
(2, 2)	(16, 16)	1.0	8	1.27961397171
(4, 4)	(16, 16)	1.0	5	0.367429971695
(8, 8)	(16, 16)	1.0	1	0.132242918015
(2, 2)	(16, 16)	1.5	17	1.28247308731
(4, 4)	(16, 16)	1.5	12	0.403631925583
(8, 8)	(16, 16)	1.5	1	0.207641839981
(2, 2)	(24, 24)	0.5	8	1.43096494675
(4, 4)	(24, 24)	0.5	5	0.369131088257
(8, 8)	(24, 24)	0.5	1	0.134386062622
(2, 2)	(24, 24)	1.0	8	1.34318900108
(4, 4)	(24, 24)	1.0	5	0.371593952179

(8, 8)	(24, 24)	1.0	1	0.134378194809
(2, 2)	(24, 24)	1.5	17	1.39831089973
(4, 4)	(24, 24)	1.5	13	0.444314002991
(8, 8)	(24, 24)	1.5	1	0.137616872787

Tabela D.3: Your caption here

D.4 Frame 4



Figura D.4: Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW

winStride	padding	scale	detection (number)	execution time (seg)
(2, 2)	(8, 8)	0.5	7	1.3150138855
(4, 4)	(8, 8)	0.5	2	0.36035490036
(8, 8)	(8, 8)	0.5	0	0.129312992096
(2, 2)	(8, 8)	1.0	7	1.24681711197
(4, 4)	(8, 8)	1.0	2	0.358268976212
(8, 8)	(8, 8)	1.0	0	0.130249023438
(2, 2)	(8, 8)	1.5	17	1.58746790886
(4, 4)	(8, 8)	1.5	12	0.513493061066
(8, 8)	(8, 8)	1.5	1	0.197572946548
(2, 2)	(16, 16)	0.5	7	1.36501693726
(4, 4)	(16, 16)	0.5	2	0.363034009933
(8, 8)	(16, 16)	0.5	0	0.132270812988
(2, 2)	(16, 16)	1.0	7	1.29145503044
(4, 4)	(16, 16)	1.0	2	0.359399080276
(8, 8)	(16, 16)	1.0	0	0.132076025009
(2, 2)	(16, 16)	1.5	19	1.61724209785
(4, 4)	(16, 16)	1.5	13	0.467741012573
(8, 8)	(16, 16)	1.5	1	0.170053005219
(2, 2)	(24, 24)	0.5	7	1.33659911156
(4, 4)	(24, 24)	0.5	2	0.365787982941
(8, 8)	(24, 24)	0.5	0	0.133852005005
(2, 2)	(24, 24)	1.0	7	1.29908204079
(4, 4)	(24, 24)	1.0	2	0.377649784088

(8, 8)	(24, 24)	1.0	0	0.13329410553
(2, 2)	(24, 24)	1.5	19	1.32506895065
(4, 4)	(24, 24)	1.5	13	0.38186788559
(8, 8)	(24, 24)	1.5	1	0.1673848629

Tabela D.4: Your caption here

E

Interface gráfica

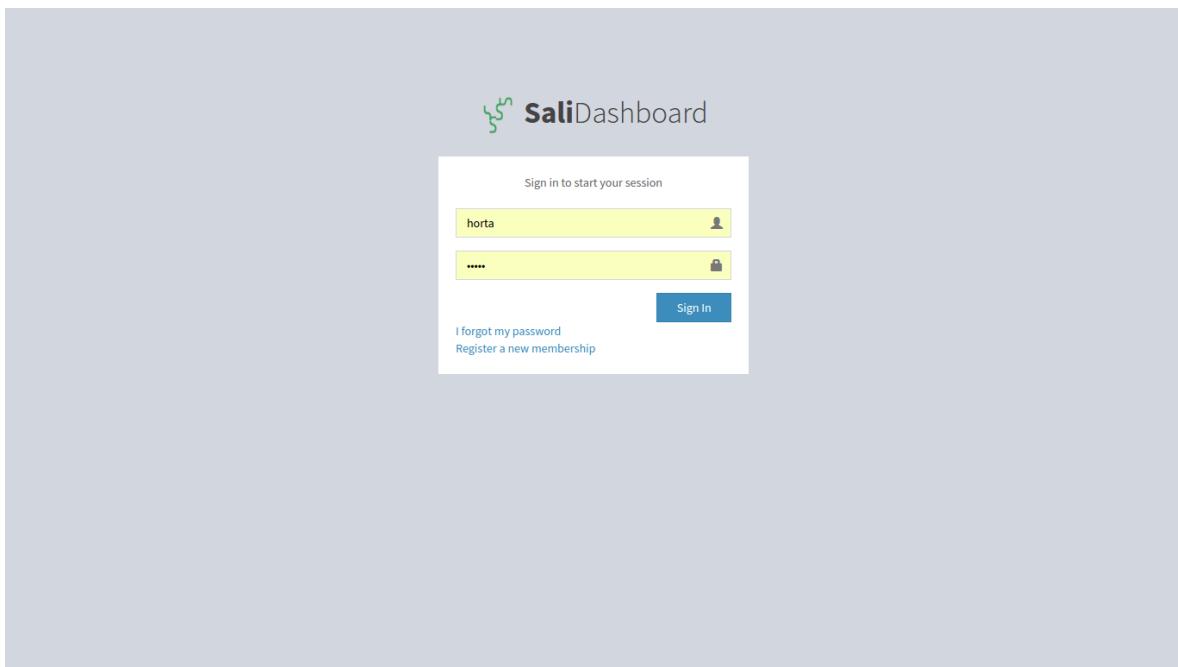


Figura E.1: Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW

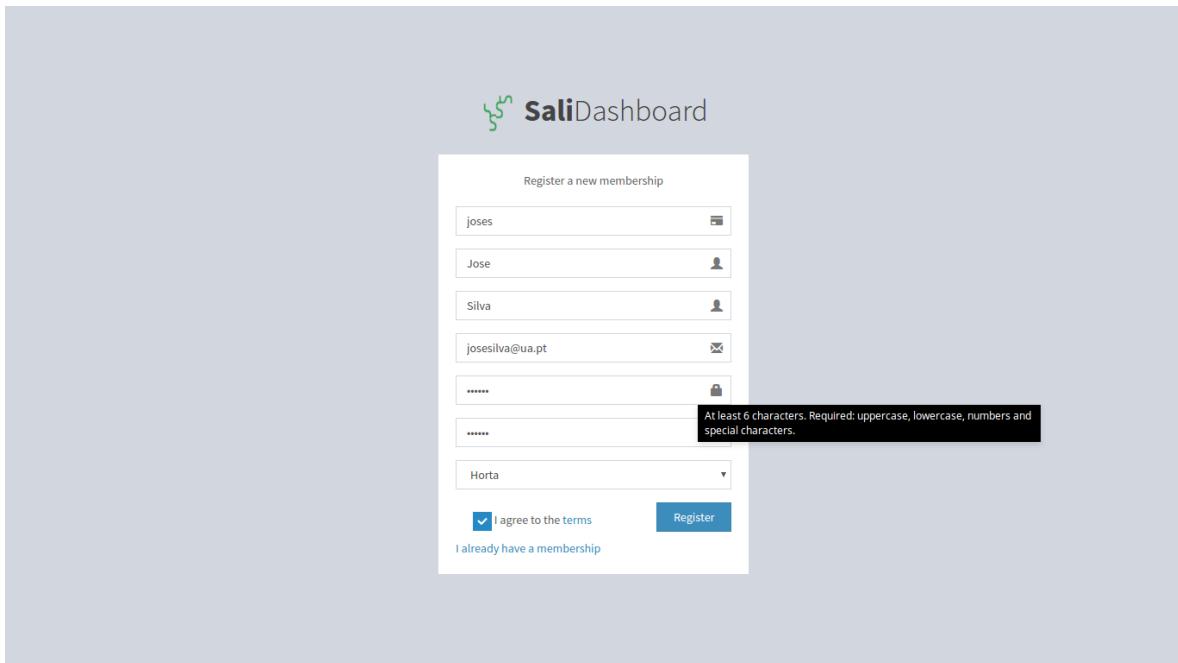


Figura E.2: Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW

F

Descrição formal dos casos de uso gerais

Caso de utilização:	-dasdasdasdasdasddddd
	-dasdasd
	-dasdasda
Autor:	
Descrição:	
Pré-condições:	
Pós-condições:	

Tabela F.1: Casos de utilização: Login/Logout

Caso de utilização:	-dasdasdasdasdasddddd
	-dasdasd
	-dasdasda
Autor:	
Descrição:	
Pré-condições:	
Pós-condições:	

Tabela F.2: Casos de utilização: Login/Logout

G

Interligação de componentes

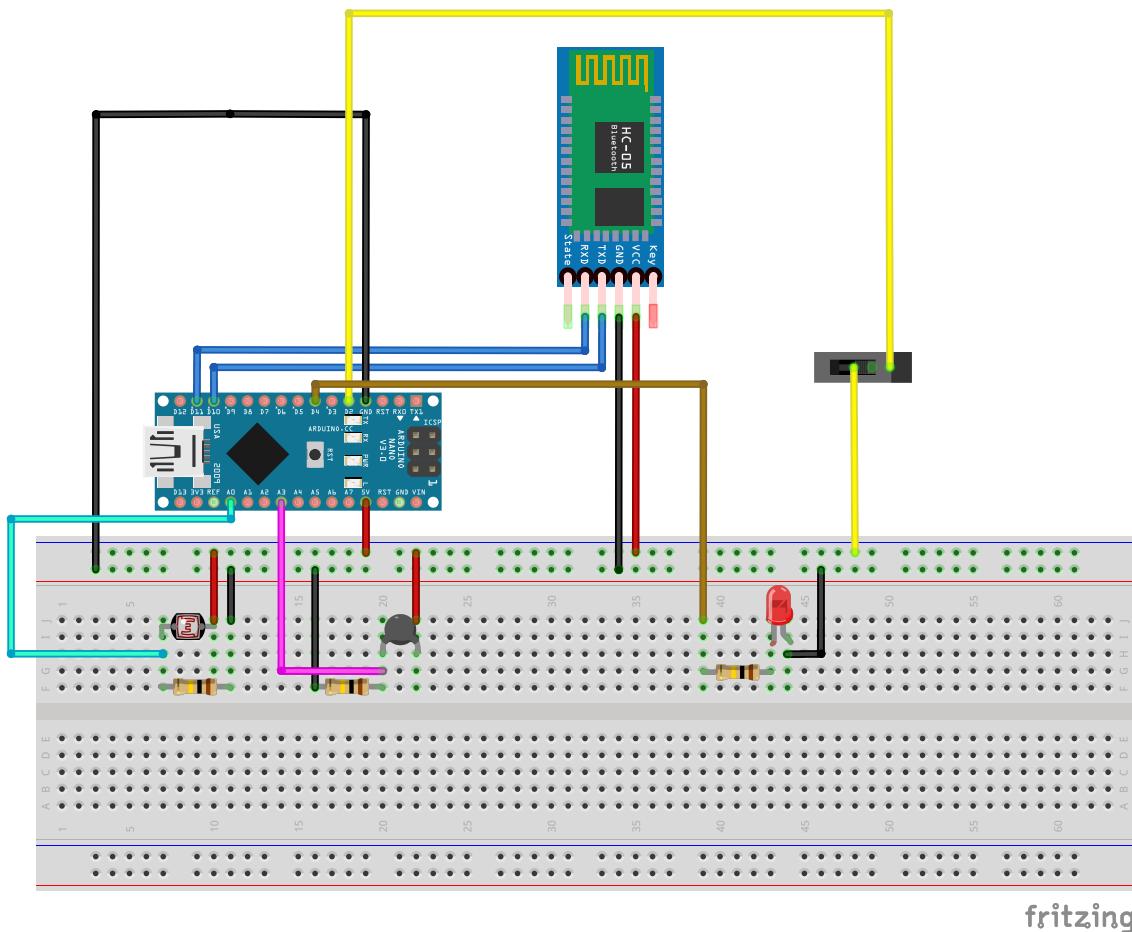


Figura G.1: Pirâmide do conhecimento: modelo DIKW

