Engenharia de Sistemas e Serviços

Relatório do Segundo Trabalho Laboratorial

Solução IoT de monitorização de áreas agrícolas

**Protótipo e Serviços**



Índice

[1. Resumo 3](#_Toc514804862)

[2. Proposta 3](#_Toc514804863)

[3. Solução 4](#_Toc514804864)

[4. Arquitetura do Protótipo na solução proposta 5](#_Toc514804865)

[5. Protótipo 6](#_Toc514804866)

[5.1. Local Network (Wireless) 6](#_Toc514804867)

[5.1.1. MQTT 6](#_Toc514804868)

[5.2. Serial Communication between Controller and Micro Controller 7](#_Toc514804869)

[5.3. LoRa Network 7](#_Toc514804870)

[5.4. Lista de sensores 7](#_Toc514804871)

[6. Serviços 8](#_Toc514804872)

[6.1. Monitorização de áreas abertas com longas distâncias 8](#_Toc514804873)

[6.2. Monitorização em áreas fechadas (estufa) 8](#_Toc514804874)

[6.3. Controlo de acessos 9](#_Toc514804875)

[6.4. Disponibilização da informação *AnyTime*/*AnyWhere* 9](#_Toc514804876)

[6.4.1. API 9](#_Toc514804877)

[6.4.2. Base dados 10](#_Toc514804878)

[6.4.3. Website 10](#_Toc514804879)

[6.5. Alertas por e-mail 12](#_Toc514804880)

[6.6. Estado dos equipamentos 12](#_Toc514804881)

[7. Desafios/Dificuldades/Trabalho a Desenvolver/Motivação pessoal 12](#_Toc514804882)

[8. Conclusão 12](#_Toc514804883)

[9. Referências bibliográficas 12](#_Toc514804884)

[10. Anexos 12](#_Toc514804885)

# Resumo

O presente documento vem no seguimento do desenvolvimento da solução IoT apresentada no primeiro trabalho prático\* e divide-se nos seguintes tópicos:

- Referida novamente a proposta com o fim de enquadramento dos docentes na nossa solução IoT.

- Referida novamente a solução IoT composta pelos esquemas gerais da rede com diferentes níveis de arquitetura e respetivas alterações ao cenário inicial;  
 - Protótipo de alta-fidelidade;

- Referido como os serviços foram implementados no protótipo de alta-fidelidade;  
 - Plataforma WEB AnyTime/AnyWhere;

- Descrição de todos os equipamentos e respetiva arquitetura de cada ‘thing’ detalhada;

**\*NOTA:** O presente relatório não substitui o primeiro trabalho desenvolvido pelo que deverá ter em conta o conhecimento total sobre o mesmo.

# Proposta

As tecnologias de informação (TI) massificaram-se de tal forma nas nossas vidas que hoje em dia é imprescindível a sua utilização nas mais diversas áreas de negócio. Quando associamos a tecnologia ao conceito de automação, associamos rapidamente outro conceito de internet das coisas (IoT – *Internet of things*). Estas componentes possibilitam assim, um vasto conjunto de serviços (*AnyService*), a qualquer hora (*AnyTime*), em qualquer lugar (*AnyWhere*) e em qualquer dispositivo (*AnyDevice*).

A nossa solução proposta permite ter acesso à informação recolhida através de nós sensoriais de uma forma eficiente, pretendendo-se dinamizar as tecnologias da informação na indústria agrícola com o objetivo de introduzir o conceito de "Agricultura Inteligente". Seguindo este princípio, iremos apresentar uma solução composta por uma rede de “coisas” (sensores ambientais, presenciais, entre outros) que são monitorizados através de um microcontrolador. Posteriormente os dados recolhidos serão enviados em tempo real (*AnyTime*) para um serviço de *cloud* onde serão manipulados e apresentados numa plataforma web. Desta forma a plataforma permitirá consultar a informação em qualquer lugar (*AnyWhere*) com qualquer dispositivo (*AnyDevice*).

Neste sentido, os objetivos deste projeto são:

1. Estudar o funcionamento e configurações IoT 1.
2. Dinamizar arquitetura que permita autoconfigurações de equipamentos à distância.
3. Estudar a implementação de formas de comunicação entre áreas monitorizadas ao ar livre 2.
4. Criar cenários de implementação e de testes com Arduino, Raspberry Pi, ESP.
5. Realizar testes e apresentar os resultados.

A solução IoT que apresentamos está dividida em quatro partes:

*Sensing*,

*Actuation*,

Disponibilização informação (AnyTime/AnyWhere),

Autoconfiguração de equipamentos. **(proposta de trabalho não desenvolvida)**

Do ponto vista sensorial iremos analisar: temperatura, humidade, proximidade, movimentos, entre outros. Do ponto vista da atuação poderão ser despoletadas ações mediante a leitura dos nós sensoriais, assim como através de uma plataforma WEB. Os nós sensoriais fazem parte de uma rede local que estão diretamente ligados ou que possuem a capacidade de comunicar com um microcontrolador (arduino/raspberry). A disponibilização da informação será feita através de um Raspberry Pi (com acesso à internet) para um serviço na cloud. Os equipamentos que desempenham funções de gestão de dados (Arduino/Raspberry/ESP) são autoconfiguráveis numa perspetiva plug & play. Uma vez instalados poderão ser configurados sempre que necessário à distância.

# Solução

Do ponto vista solução a nossa arquitetura divide-se nos seguintes pontos:

- Três Thing Network distintas que comunicam com um Thing Controller;

- Uma rede Wireless Local;

- Uma ligação ponto a ponto entre o Thing Controller e uma Thing com sensores;

- Uma Low-Power Wide-Area network de comunicações longa distância ao ar livre e respetivo Gateway que faz a comunicação entre a rede de longas distancia e a rede local;

- Ligação à internet;

- Plataforma de acesso à informação *AnyTime/AnyWhere*

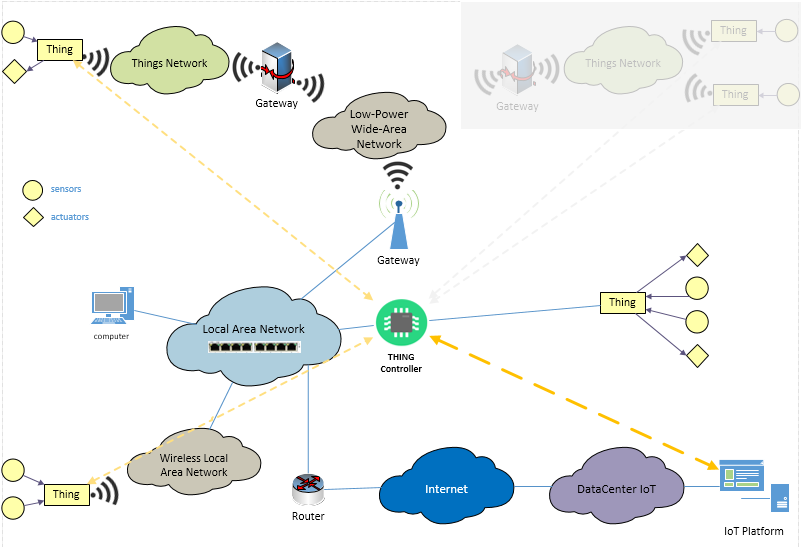


Figura 1 - Arquitetura geral de rede

A arquitetura geral de rede não sofreu uma alteração direta, mas sim uma simplificação para fins de protótipo uma vez que não foi possível adquirir mais material para um segundo ponto de acesso Low-Power Wide-Area Network com as respetivas Things.

De salientar que o ponto-chave da arquitetura é o THING Controller que é responsável por receber os dados de todas as things network, geri-los e enviar toda essa informação para plataforma web (AnyTime, AnyWhere). A plataforma permite também o sentido inverso de enviar ações para o THING Controller que por sua vez envia para as redes das coisas.

# Arquitetura do Protótipo na solução proposta

Do ponto vista de protótipo a nossa arquitetura divide-se nos seguintes pontos:

- Três Thing Network distintas que comunicam com um Thing Controller;

- Uma rede Wireless Local (**IEEE802.11b/g/n**);

- Uma ligação ponto a ponto (**Serial**) entre o Thing Controller (RPI3) e uma Thing (Arduino) com sensores;

- Uma Low-Power Wide-Area network e respetivo Gateway (**LoRa**);

- Plataforma de acesso à informação *AnyTime/AnyWhere* (**Laravel**)

- Ligação à internet;

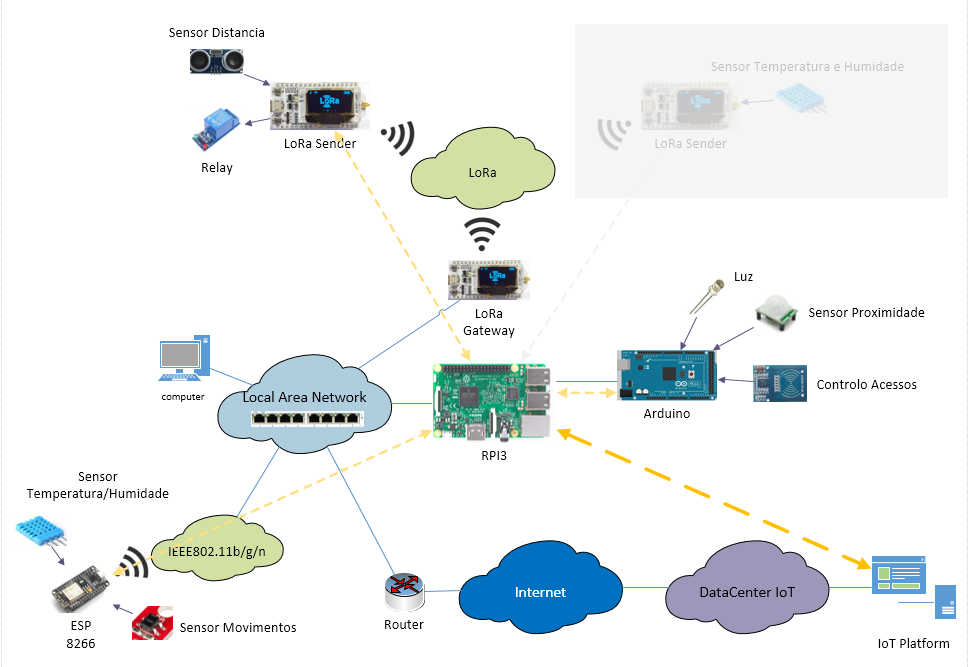


Figura 2 - Arquitetura geral de rede nível 2 (protótipo)

Face ao descrito na página anterior a arquitetura sofreu uma simplificação do protótipo por falta de material, sendo que foi removida uma das duas áreas LoRa. Para além disso um dos sensores do cenário foi trocado. O LM35 que estava associado ao ESP8266 foi substituído pelo DHT11 uma vez que já não o íamos usar na área removida e este permite para além de obter temperatura, adquirir também a humidade.

# Protótipo

Este ponto descreve todo o protótipo realizado e vamos dividi-lo em partes para que seja mais fácil a compreensão do trabalho desenvolvido.

# Local Network (Wireless)

A nossa rede local do protótipo foi criada através de recurso ao hotspot do Windows 10.

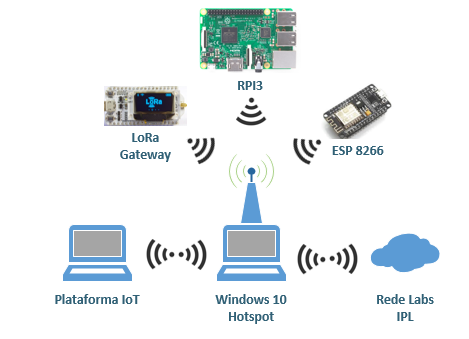
Numa breve explicação, aquilo que o hotspot nos permite fazer, é criar uma rede wifi funcionando como um router que faz forwarding de todos os pedidos para uma interface existente no laptop seja ela ethernet ou wireless. Desta forma conseguimos garantir conectividade entre todos os equipamentos, assim como à plataforma web, de uma forma segura, com o nosso endereçamento ip e sem interferir com outros equipamentos na rede do IPL.

Figura 3 - Rede local (wireless)

# MQTT

Face à necessidade de enviar informação entre equipamentos e uma vez que estamos a lidar com things que possuem baixos recursos computacionais, optamos por usar a tecnologia MQTT para troca de mensagens. Toda a comunicação neste ponto (rede wireless) entre LoRa Gateway, RPI3 e ESP8266 é feita através de MQTT, sendo que o nosso broker é o raspberry pi 3. O broker é ainda responsável por enviar/receber informação da plataforma com recurso a uma Restful API.

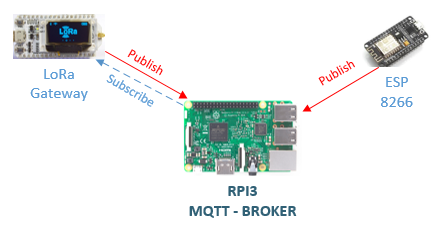


Figura 4 - MQTT

# Serial Communication between Controller and Micro Controller

A ligação entre o Arduino mega e o raspberry pi foi feita em Serial através de USB.

O arduino é responsável pela leitura sensorial, envia os dados para serial, o raspberry pi fica à escuta, analisa os dados e envia para a plataforma web.

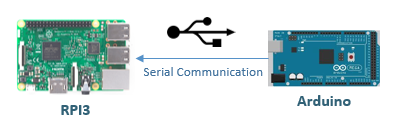


Figura 5 - Serial Communication

# LoRa Network

Neste ponto temos um ponto de acesso LoRa gateway que funciona como receiver de qualquer sender que exista na rede LoRa.

O LoRa sender é o responsável por ler dados de um sensor, controlar um atuador, enviar/receber informação do LoRa gateway.

O gateway para além de um módulo de comunicação LoRa possui ainda uma interface WiFi. Desta forma conseguimos que um único equipamento seja capaz de interligar as duas redes (LoRa e Rede área local wireless) garantindo assim comunicação entre as mesmas.

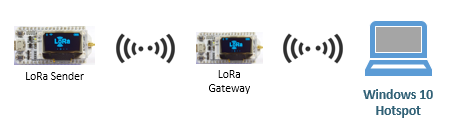


Figura 6 - LoRa Network

# Lista de sensores

escrever

# Serviços

Com recurso a toda a arquitetura descrita anteriormente o nosso projeto que se integra no âmbito de uma solução IoT Agrícola possui os seguintes serviços:

# Monitorização de áreas abertas com longas distâncias

Com recurso à tecnologia LoRa conseguimos abranger grandes distâncias ao ar livre (3-4km áreas urbanas e 12km áreas rurais).



Figura 11 - Representação real aplicação LoRa

O nosso foco na implementação da tecnológica LoRa surge pela necessidade de interligar áreas agrícolas onde existem silos, pequenos edifícios madeira, motores de rega, estufas, casa agricultor, etc, que podem estar dispersos num campo agrícola com vários quilómetros. Desta forma o responsável pelo campo agrícola tem acesso à informação em todos estes pontos, sem ter de se deslocar junto dos mesmos.

No nosso protótipo de alta-fidelidade simulamos a verificação do nível de um silo através de um sensor de distâncias e a ativação de um sistema de rega com recurso a um relay.

# Monitorização em áreas fechadas (estufa)

Por outro lado em áreas fechadas recorremos a uma tecnologia de comunicações sem fios que está presente em praticamente todas as casas que tenham um ponto de acesso à internet.

Uma rede wireless 2.4Ghz tem um ótimo funcionamento indoor quando não existem obstáculos como paredes de betão. Neste sentido podemos afirmar que esta tecnologia permite-nos ter desempenhos e fiabilidade muito superior numa estufa comparado ao uso numa habitação.



Figura 12 - Representação real de uma estufa

Neste ponto o nosso protótipo controla a temperatura, humidade e deteção de roedores com recurso a sensor de movimentos.

# Controlo de acessos

Como em tudo, cada vez mais o controlo de acessos está presente nos mais diversos setores de mercado e a agricultura não foge à regra. Neste sentido o nosso protótipo inclui um sistema de abertura de porta através de cartões RFID e controlo de presenças através de infra vermelhos. De salientar que caso seja detetado movimento no espaço, será enviado um e-mail de alerta através da plataforma. O nosso sistema possui ainda um mecanismo de registo de cartões slave para abertura de portas, sendo que é necessário usar o cartão master para ativar este modo.

# Disponibilização da informação *AnyTime*/*AnyWhere*

A plataforma de acesso aos dados foi desenvolvida com recurso à framework Laravel.

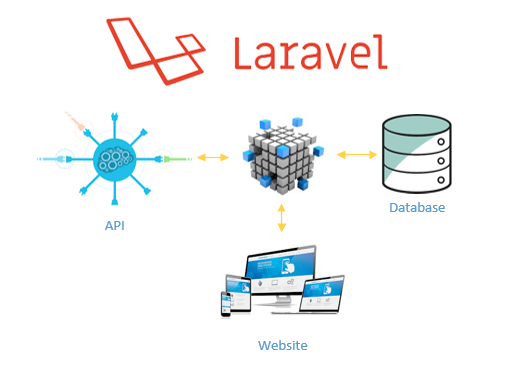


Figura 7 – Laravel Framework

# API

Tirando partido da Restful API incorporada na Framework Laravel, criamos rotas API para que o nosso THING Controller (raspberry pi 3) seja capaz de enviar dados para a plataforma. Estes dados que chegam à plataforma são geridos por métodos que programamos nos respetivos controladores onde armazenamos a informação na base dados.

De salientar novamente que também fizemos o processo inverso onde o raspberry pi, possui uma Resfull API em NodeJs com o fim de receber dados da plataforma e enviar para as nossas things/atuadores.

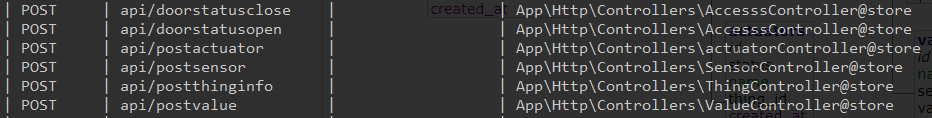


Figura 9 - Laravel API Routes

# Base dados

A nossa base de dados regista todos os dados de cada sensor, thing, e atuador.

Com recurso à Framework Laravel, criamos scripts em php (migrations) que são capazes de gerar automaticamente todas as tabelas em qualquer servidor mysql (mariadb). Para efeitos de testes durante o desenvolvimento criamos ainda seeds que são capazes de popular todas as tabelas com dados dummy.

A imagem abaixo representa o esquema da nossa base de dados com todas as tabelas e dependências.

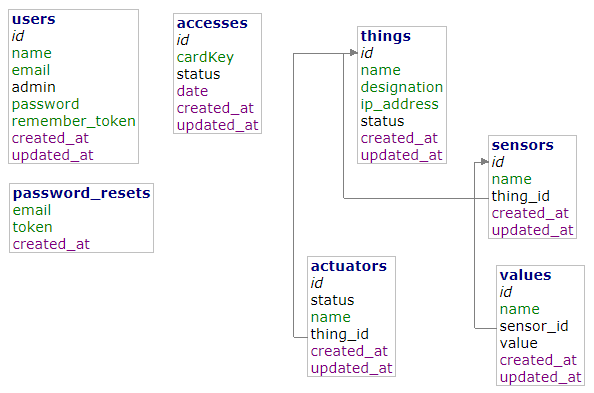


Figura 8 - Esquema base de dados

# Website

O website é a plataforma IOT que nos permite ter acesso aos dados *AnyTime*/*AnyWhere.*

As funcionalidades que integramos na nossa plataforma são as seguintes:

- Estatísticas que fazem a contagem do número de things ligados, sensores e atuadores;

- Visualizar a lista de Sensores;

- Visualizar a lista de Atuadores;

- Visualizar a lista de Things;

- Visualizar os valores sensoriais;

- Visualizar o estado dos equipamentos (ligados/desligados);

- Despoletar uma ação num atuador através de um botão (ligar/desligar);

- Controlo de acessos (it room);

- Envio de avisos por e-mail;

- Autenticação da plataforma (login);

O código da nossa plataforma está ainda otimizado tanto para computador como dispositivo móvel onde as dimensões do ecrã são inferiores.

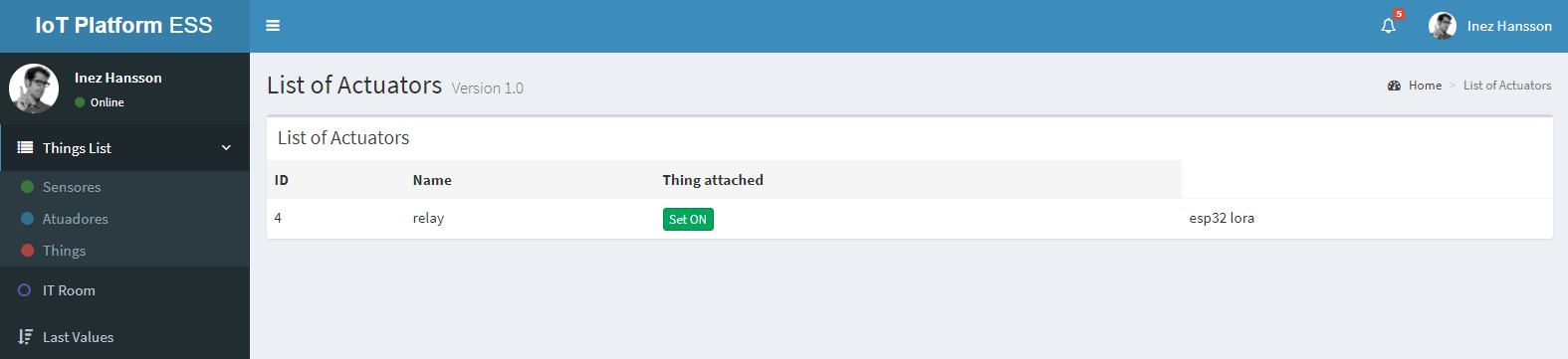


Figura 10 - Plataforma IoT

(meter outras e mais imagens)

# Alertas por e-mail

# Estado dos equipamentos

# Desafios/Dificuldades/Trabalho a Desenvolver/Motivação pessoal

# Conclusão

# Referências bibliográficas

# Anexos