

RELATÓRIO FINAL

FORMAÇÃO EM CONTEXTO DE TRABALHO

DA LICENCIATURA EM INFORMÁTICA

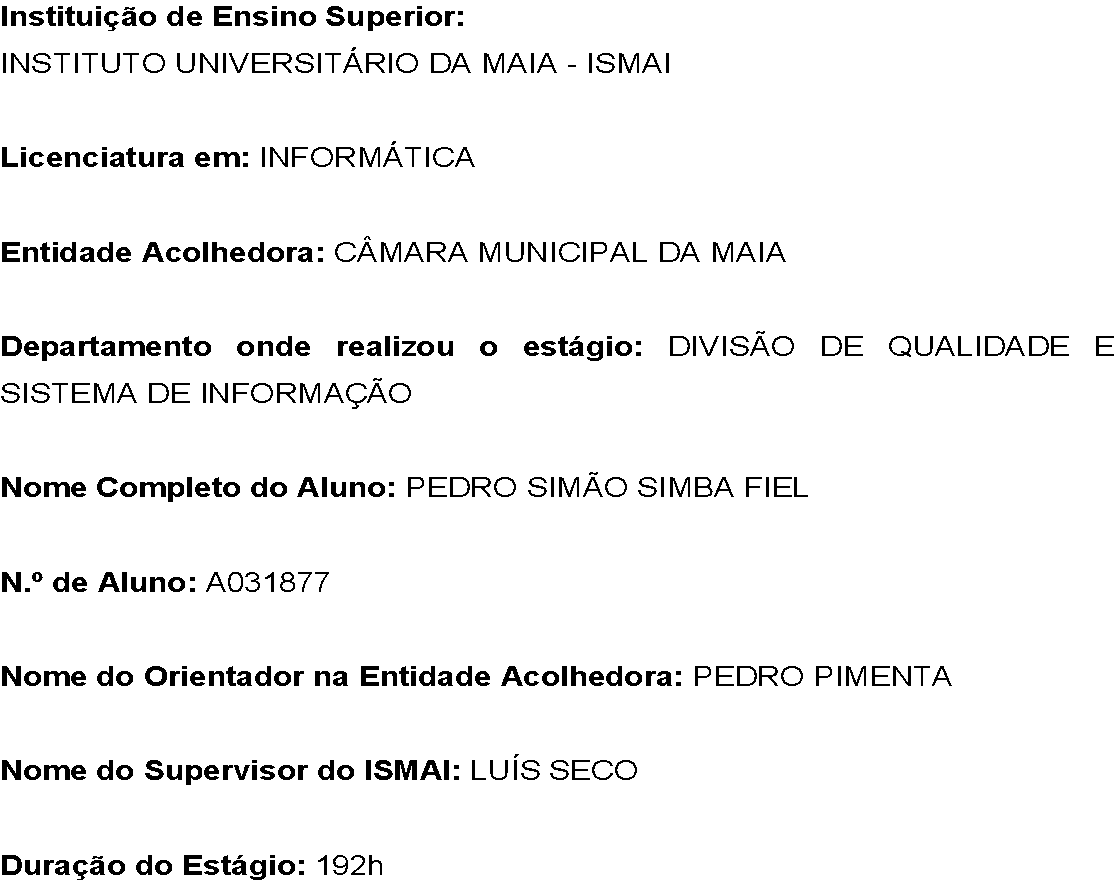
ESTÁGIO DESENVOLVIDO NA ENTIDADE CÂMARA MUNICIPAL DA MAIA

(LORAWAN)

PEDRO SIMÃO SIMBA FIEL N.º A031877

PORTO, SETEMBRO 2023

# FICHA DE CARACTERIZAÇÃO



**Duração do Estágio:** 250h

**Período de Realização do Estágio:** \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_ a \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_

**Validação:**

Assinatura do Aluno: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Assinatura do Orientador: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Assinatura do Supervisor: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Após a conclusão da Formação em Contexto de Trabalho/Estágio, recebeu um convite para ficar a desempenhar funções na entidade?

☐ Sim, ☐ Não

# SUMÁRIO

O presente relatório tem como finalidade descrever as atividades realizadas e desenvolvidas ao longo do estágio curricular feita na CMM da Maia entre 22/03/2023 a 31/05/2023, supervisionado pelo Dr. Pedro Pimenta, resultando na parte do projeto LoRaWaN visando compreender o funcionamento do mesmo e no final poder obter um mapa de calor de alguns concelhos da CMM da Maia, decorreu durante o 2.º semestre do 3.º Ano letivo integrado na Licenciatura em Informática no ramo das **Redes de nova geração,** na Universidade da Maia (UMAIA), tem como finalidade a obtenção de certificado de licenciatura em informática.

**Palavras-chave:** LoRaWaN, LoRa, Rak5205, Rak10700, RSS, SNR, Gateway

# AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus todo-poderoso pelo dom da vida, sem ele nada disto seria possível e aos meus amados progenitores pelo apoio incondicional.

A minha profunda gratidão a câmara municipal da Maia pela oportunidade de estágio que me foi dada, especialmente na pessoa do engenheiro Pedro Pimenta pelo apoio e suporte durante o período de estágio, sou extremamente grato por essa experiência enriquecedora e por todas as oportunidades de aprendizado e crescimento profissional que me foram proporcionadas, sua confiança, orientação e encorajamento foram fundamentais. Aos meus professores, a faculdade, a todos os funcionários da UMAIA que participaram direta ou indiretamente durante o meu percurso académico, aos meus colegas, familiares e amigos pelo apoio durante essa caminhada o meu muito obrigada

# ÍNDICE

[FICHA DE CARACTERIZAÇÃO ii](#_30j0zll)

[SUMÁRIO iii](#_2et92p0)

[AGRADECIMENTOS iv](#_tyjcwt)

[ÍNDICE v](#_3dy6vkm)

[LISTA DE IMAGEM 6](#_1t3h5sf)

[INTRODUÇÃO 7](#_4d34og8)

[OBJETIVOS 8](#_2s8eyo1)

[DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA 8](#_17dp8vu)

[DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA EMPRESA 9](#_3rdcrjn)

[DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DA EMPRESA 9](#_26in1rg)

[DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS PELO ESTUDANTE 10](#_lnxbz9)

[SUMARIO SEMANAL DAS ATIVIDADES REALIZADAS 10](#_35nkun2)

[LORAWAN 12](#_2jxsxqh)

[FUNCIONAMENTO 13](#_z337ya)

[ARQUITETURA DE UMA REDE LORAWAN 13](#_3j2qqm3)

[TOPOLOGIA DE UMA REDE LORAWAN 14](#_4i7ojhp)

[CAMADAS DAS DA LORAWAN 16](#_3whwml4)

[CLASSES DA REDE LORAWAN 16](#_qsh70q)

[SEGURANÇA DA REDE LORAWAN 17](#_3as4poj)

[VANTAGENS DA REDE LORAWAN 17](#_1pxezwc)

[DESVANTAGENS DA REDE LORAWAN 17](#_49x2ik5)

[CONCLUSÕES 28](#_4f1mdlm)

[REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 29](#_2u6wntf)

[ANEXOS 30](#_19c6y18)

# Lista de imagem

[Figura 1 11](#_1ksv4uv)

[Figura 2 12](#_44sinio)

[Figura 3 14](#_1y810tw)

[Figura 4 15](#_2xcytpi)

[Figura 5 16](#_1ci93xb)

[Figura 8 19](#_2p2csry)

[Figura 9 19](#_147n2zr)

[Figura 10 20](#_3o7alnk)

[Figura 11 21](#_23ckvvd)

[Figura 12 22](#_ihv636)

[Figura 13 23](#_32hioqz)

[Figura 14 24](#_1hmsyys)

[Figura 15 24](#_41mghml)

[Figura 16 25](#_vx1227)

[Figura 17 26](#_3fwokq0)

[Figura 18 27](#_1v1yuxt)

# INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o mundo tem sofrido grande desenvolvimento e avanços, o mundo das tecnologias tem-se focado em ‘’internet’ das coisas como foi designado ou simplesmente IoT. Como é do nosso conhecimento, atualmente quase tudo é “Smart”, para o funcionamento deste novo ecossistema foi necessário ser desenvolvido novos protocolos de comunicação, porque o pequeno objeto não tem grande poder computacional. Por esta razão foi desenvolvida uma tecnologia denominada LoRa que permite a comunicação entre dispositivos em longas distâncias, esta tecnologia é direcionada para o segmento da ‘internet’ das coisas. LoRa é uma tecnologia de rádio frequência que permite comunicação a longas distâncias com um consumo mínimo de energia. Os módulos enviam e recebem dados de Gateways específicos que os encaminham via IP para servidores locais ou remotos, que se tornou a plataforma sem fio de fato da Internet das Coisas (IoT)(*LoRa - A Tecnologia de Rádio Frequência Para a Internet Das Coisas*, n.d.).

Os dispositivos e redes LoRa, como o **LoRaWaN**, permitem aplicativos inteligentes de IoT que resolvem alguns dos maiores desafios enfrentados pelo nosso planeta: gestão de energia, redução de recursos naturais, controle de poluição, eficiência de infraestrutura e prevenção de desastres. Os dispositivos LoRa acumulam várias centenas de casos de uso conhecidos para cidades inteligentes, casas e edifícios, comunidades, medição, cadeia de suprimentos e logística, agricultura e muito mais. Com centenas de milhões de dispositivos conectados a redes em mais de 100 países e crescendo, a LoRa está a criar um planeta mais inteligente.

# OBJETIVOS

O estágio visa, conhecer uma rede LoRaWaN, o seu funcionamento, compreender os componentes/camadas da LoRaWaN, conhecer a infraestrutura existente no Concelho da Maia, e como está a ser utilizada para integrar dados 'do terreno.

Depois estudar e compreender os índices do desempenho RSSI e SNR, como configurá-los e utilizar o dispositivo Rak5205/Rak10700. Ao mesmo tempo, irá realizar alguns testes preliminares com o Rak5205/Rak10700, utilizando este dispositivo em algumas das suas deslocações. A parte final do trabalho, irá focar-se em algumas áreas do território, procurando obter um 'mapa de calor' análogo.

# DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A Câmara Municipal da Maia, localizada na Praça do Doutor José Vieira de Carvalho, 4474-006, Maia, é o órgão executivo do município da Maia, em Portugal. É responsável pela gestão e administração do município, implementação de políticas públicas locais, execução de projetos e programas para o desenvolvimento da cidade. É composta por um presidente e vários vereadores, eleitos pelo voto direto dos cidadãos em eleições municipais a cada quatro anos.

A Câmara municipal da Maia atua em várias áreas, incluindo urbanismo, habitação, transporte, cultura, desporto, turismo, educação, meio ambiente, saúde e segurança pública. A cidade da Maia é um importante centro empresarial e industrial em Portugal, e a Câmara Municipal tem trabalhado em iniciativas para promover o desenvolvimento económico sustentável da região, bem como a qualidade de vida dos seus cidadãos.

# DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA EMPRESA

No decorrer do estágio, foram usadas várias tecnologias e ferramentas para acompanhar o estagiário. Foi usado o Google Hangouts como sala de conversação, para efetuar comunicações, **Hangouts** é plataforma da Google de mensagens instantâneas.

Durante o percurso do estágio, foi-nos disponibilizado um **Google Docs,** é um serviço de processamento de texto baseado na nuvem oferecido pelo Google. Ele permite criar, editar e compartilhar documentos de texto de forma colaborativa, diretamente no navegador da ‘web’, sem a necessidade de instalar nenhum ‘software’ adicional, que serviu como um bloco de nota que fomos anotar todas a reuniões, atividades, pesquisas, duvidas, tarefas, disponibilizar documentação entre outras coisas no decorrer do estágio, serviu também para o orientador disponibilizar documentos, acompanhar reuniões e as atividades.

Foi usado também a plataforma BaZe, é um projeto que permite a aplicação, demonstração, apreciação e apropriação de soluções integradas e transversais. que permitem ao município fazer a análise dos dados obtidos e ir ao encontro de um desenvolvimento de uma boa sustentabilidade.

# DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DA EMPRESA

A Câmara Municipal da Maia é responsável pela gestão do município, fornecendo serviços públicos essenciais e promovendo projetos nas áreas de planeamento urbano, serviços públicos, património cultural, educação, desenvolvimento económico, cultura, desporto e lazer. Destaca-se o projeto BaZe, que busca soluções inovadoras para análise de dados e desenvolvimento sustentável.

# DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS PELO ESTUDANTE

## SUMARIO SEMANAL DAS ATIVIDADES REALIZADAS

**1.º SEMANA**

Na primeira semana, reunimos com orientador uma vez que somos vários alunos a estagiar, foi nos apresentado o local de trabalho, foi nos apresentado o projeto na qual esta ser expandido na CMM da Maia, o projeto LoRaWaN. Realizaram-se reuniões onde abordamos diversos pontos referente ao estágio, disponibilização de ferramentas, discussão do horário a ser definido e legalização de algumas documentações.

**2.º SEMANA**

Na segunda resolveram-se algumas questões levantadas nos dias anteriores, apresentação de plano de estágio e aprovação do mesmo, foi feito também o levantamento e a lista de matérias que estavam em falta e vão ser usados para expandir e melhorar o projeto na câmara municipal da maia e na UMAIA, dispositivos a baixo indicado:

* LoRa gateway (indoor, 868 MHz)
* GPS Tracker
* Field tester (analisador)
* GPS Tracker - lgt-92.html
* Air quality sensor
* Antena adicional
* LoRa gateway (outdoor, long range)

Em Contexto institucional, a Câmara municipal da Maia, a Sensorização do território (Projeto BaZe), necessitava de uma infraestrutura de comunicação Rede LoRa. O sistema atualmente dispõe de duas antenas Gateways e Network server, foi instalado no âmbito de um protocolo entre a WaveCom o UMAI e a Câmara Municipal da Maia. O ‘software’ atualmente utilizado como “network server” é a plataforma Chipstark.

Inicialmente havia disponível 1 sensor: o Rak5205.

**3.º SEMANA**

Foi aprovado o meu plano de trabalho, e foi nos apresentado a ChipStark utilizada pela CMM, e a plataforma BaZe.

ChirpStack é um servidor de rede LoRaWaN de código aberto que pode ser usado para configurar redes LoRaWaN. Fornece uma ‘interface’ ‘web’ para gerir gateways, dispositivos e arrendatários, serve também para configurar dados, integrações com os principais provedores de nuvem. Fornece uma API baseada em GRPC que pode ser usada para integrar ou estender ChirpStack(*Introduction - ChirpStack Open-Source LoRaWAN® Network Server Documentation*, n.d.)

**Figura 1**

*Servidor ChirpStack da CMM*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, software, número

Descrição gerada automaticamente

BaZe – Balanço Zero, é um laboratório de fabricação destinado a toda a comunidade, onde podemos ver em tempo real diversas atividades e informações relacionadas com o município da maia, como podemos ver na imagem abaixo:

**Figura 2**

*Plataforma. Baze*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, número, software

Descrição gerada automaticamente

**4.º SEMANA**

Já com plano de trabalho feito, uma vez que aguardávamos que a lista de material requisitado fosse aprovada e requisitada, seguimos o nosso plano de trabalho etapa por etapa como planeado, a primeira etapa baseou-se com uns dos primeiros objetivos propostos que é, conhecer o que é LoRaWaN, o seu funcionamento, as suas camadas entre outras. Baseando-se no meu plano de trabalho, comecei por fazer pesquisas e um levantamento do estado de arte no que diz respeito a LoRaWaN.

### **LORAWAN**

O LoRaWAN é um protocolo de IoT desenvolvido pela LoRa Alliance, oferecendo comunicação de longo alcance e baixo consumo de energia. A sua versatilidade, segurança e baixo custo de manutenção o tornam ideal para diversas aplicações.(*What Is LoRa? • Wavecom*, n.d.). Baseia-se na tecnologia LoRa, permitindo cobertura extensa, com alcance médio de 5 km em áreas urbanas e mais de 15 km em áreas rurais.(*What Is LoRaWAN® Specification - LoRa Alliance®*, n.d.)

### **FUNCIONAMENTO**

LoRaWaN (Long Range Wide Area Network) é um protocolo de comunicação projetado para transmitir dados de baixo consumo e longo alcance em redes de área ampla (WAN), uma rede LoRaWan é composto por: dispositivos finais ou nós, gateways, infraestrutura de rede, servidores de rede, aplicações e plataformas, que funcionam da seguinte maneira:(*LoRaWAN - O Que é? | ZenzorControl - Soluções de Instrumentação*, n.d.)

**Dispositivos Finais (Nós):** Sensores que coletam e transmitem dados, como temperatura e movimento.

**Gateways:** Pontos de acesso que recebem e enviam dados entre dispositivos finais e servidores.

**Infraestrutura de Rede:** Conjunto de Gateways distribuídos para coletar e transmitir dados em grande área.

**Servidores de Rede:** Gerenciam comunicação, processam dados dos Gateways e garantem segurança e autenticação.

**Aplicações e Plataformas:** ‘Interfaces’ para utilizadores finais acessarem e utilizarem os dados dos dispositivos.

Resumidamente. os dispositivos finais enviam dados por meio de ondas de rádio de baixa potência para os Gateways, que por sua vez transmitem para os servidores de rede. Os servidores de rede processam os dados e os tornam disponíveis para uso em aplicações e plataformas.

**5.º SEMANA**

Tivemos algumas reuniões com o supervisor, onde abordamos diversos assuntos, e foi-nos mostrado alguns resultados obtidos a partir do Rack5250.

### **ARQUITETURA DE UMA REDE LORAWAN**

A arquitetura de um sistema de comunicação LoRaWan ou simplesmente arquitetura de uma rede LoRaWan, é bastante simples e fácil de compreensão, como podemos ver na figura abaixo.

**Figura 3**

*Arquitetura de uma rede LoRaWaN (fonte zenzor control)*

Uma imagem com texto, diagrama, captura de ecrã, Tipo de letra

Descrição gerada automaticamente

**Nota**: Como podemos ver na figura acima, podemos verificar que a transferência e trocas de informação ocorrem entre: nós, gateways, servidores de redes e servidores de aplicações.

**6.º SEMANA**

### **TOPOLOGIA DE UMA REDE LORAWAN**

A topologia em rede LoRaWaN basear-se num arranjo do tipo em estrela, muito similar a rede WiFi ou uma rede de telefonia móvel, é concebida na topologia em estrela onde os Gateways funcionam como dispositivos recetores de dados com capacidades para suportar abundância de números de dispositivos finais(nós). A topologia pode variar dependendo do tamanho e da necessidade específicas das aplicações. No entanto, existem duas principais topologias: **topologia estrela** e **estrela híbrida.**

**Topologia Estrela:** Nesta topologia osdispositivos finais comunicam-se diretamente com um Gateway central, que encaminha os dados para os servidores de rede. Ideal para aplicações com poucos dispositivos finais próximos ao Gateway central.

**Figura 4**

*Topologia estrela (fonte Lucas Cunha)*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, diagrama, file

Descrição gerada automaticamente

**Topologia Estrela Híbrida**: Topologia Estrela com Gateways Intermediários: Além do Gateway central, gateways intermediários são posicionados estrategicamente entre os dispositivos finais. Isso permite que os dispositivos finais se comuniquem com o Gateway intermediário mais próximo, que encaminha os dados para o Gateway central ou outros intermediários, ideal para aplicações com muitos dispositivos numa ampla área geográfica.

**Figura 5**

*Topologia estrela híbrida (fonte Maziero, L)*

Uma imagem com diagrama, texto, file, captura de ecrã

Descrição gerada automaticamente

### **CAMADAS DAS DA LORAWAN**

A rede LoRaWaN é composta por várias camadas que desempenham funções especificas e fundamentais na transmissão e processamento de dados. Existem três camadas principais que são:

**Camada Física**: Responsável pela transmissão dos dados usando modulação LoRa. Define parâmetros físicos como frequência, largura de banda e potência de transmissão.

**Camada de Acesso ao Meio**: Controla o acesso ao meio compartilhado, a fazer a gestão da troca de pacotes de dados entre dispositivos finais e Gateways.

**Camada de Aplicação**: Interpreta e processa os dados transmitidos pelos dispositivos finais. Inclui protocolos e ‘interfaces’ para servidores de aplicação receberem, processarem e armazenarem os dados coletados.(Maziero, n.d.)

**7.º SEMANA**

### **CLASSES DA REDE LORAWAN**

Na rede LoRaWan, a comunicação é definida pelas classes, as classes definem como eles devem se comunicar com a rede. Podemos dizer que a rede LoRaWan divide-se em três classes principais:

* **Classe A (Sensores)**: Comunicação bidirecional com receção após a transmissão e janelas de receção limitadas.
* **Classe B (Atuadores):** Comunicação bidirecional com janelas de receção agendadas.
* **Classe C:** Comunicação bidirecional com receção quase em tempo real, dispositivos sempre disponíveis para receber dados do Gateway.(*LoRaWAN Standard | LoRa | Semtech*, n.d.)

**8.º SEMANA**

### **SEGURANÇA DA REDE LORAWAN**

Em qualquer implementação de IoT, a segurança e o fator principal, em redes LoRaWaN a segurança é defina por duas camadas de criptografia.

* **Uma chave de sessão de rede de** 128 bits exclusiva compartilhada entre o dispositivo final e o servidor de rede.
* **Uma chave de sessão de aplicativo** de 128 bits exclusiva (AppSKey) compartilhada de ponta a ponta no nível do aplicativo(*LoRaWAN - O Que é? | ZenzorControl - Soluções de Instrumentação*, n.d.)

A segurança na rede LoRaWan é assegurada por meio de criptografia, autenticação, controle de acesso, deteção de intrusões e atualizações de firmware.(*What Is LoRaWAN® Specification - LoRa Alliance®*, n.d.)

### **VANTAGENS DA REDE LORAWAN**

Longo alcance, baixo consumo de energia, conectividade escalável e baixo custo de implantação.

### **DESVANTAGENS DA REDE LORAWAN**

Baixa taxa de transferência de dados, latência variável, capacidade limitada para ‘streaming’ contínuo e restrições regulatórias de frequência.

**9.º SEMANA**

Nesta semana tivemos pequenas reuniões com o engenheiro Pedro Pimenta, onde abordamos diversos assuntos, e falou do desempenho do RSSI e NSR, na qual são métricas usadas para avaliação da qualidade de um sinal de rádio em sistema de comunicação sem fio. As duas métricas relacionam-se a potência do sinal recebido e ao nível de ruído presente.

**RSSI** (Received Signal Strength Indicator) é a medida da potência do sinal recebido pelo recetor. Fornece uma indicação do quanto é forte o sinal transmitido pelo emissor e recebido pelo recetor, ela é expressa por decibéis; quanto maior o valor, mais forte é.

**NSR** (Noise-to-Signal Ratio) – é uma medida da relação entre a potência do sinal

e a potência do ruído ambiente. É calculado comparando a potência do sinal recebido com a potência total do ruído presente no canal de comunicação, é expresso em decibéis; e quanto maior for o valor, pior é a relação, quanto mais baixo é desejável, indica que o sinal é mais forte em relação.

Nesta mesma semana chegou um dos equipamentos que estávamos à espera, o Rack10700, passando assim a câmara municipal a possuir dois equipamentos, o Rack50250, na qual o engenheiro Pedro Pimenta entregou-nos a fim de continuarmos com o nosso trabalho, na qual eu levei o sensor (Rack50250) comigo e o meu colega levou o Rack10700.

É de realçar que o Rack50250 já se encontrava a um bom tempo na câmara municipal, isto é, encontramos o dispositivo configurado, encontramos o dispositivo pronto a ser usado. JÁ o Rack10700 apesar de ser novinho, por esta mesma razão é que infelizmente não foi possível ser configurado por nós, por diversas razões. Inicialmente o engenheiro Pedro Pimenta esperava um equipamento igual ao outro, e chegou um diferente e mais recente (com mais coisas ou menos coisa que o outro), e o outro fator era o tempo que já não estava ao nosso favor, por isso o engenheiro optou por ser ele a configurar o dispositivo e entregou-nos o dispositivo já configurado.

**Figura 8**

*RaK 5205 (Fonte* *IoT Made Easy)*

Uma imagem com cabo, Fios elétricos, ferramenta, eletrónica

Descrição gerada automaticamente

**Figura 9**

*Rak10700(Fonte* *IoT Made Easy)*

*Uma imagem com eletrónica, Engenharia eletrónica, Componente eletrónico

Descrição gerada automaticamente*

Com o dispositivo Rack50205 na minha posse, o objetivo gerou diversas curiosidades e fui fazendo vários testes, dentre as quais, num belo dia decidi recolher pontos nas zonas em que ainda não foram recolhidos pontos e fora do município da Maia, comecei por ligar o dispositivo em São Roque da Lameira (Rio Tinto), Areosa, Pedrouços, fui até Águas santas especificamente nos lados da Picuá, o resultado é o que vamos ver na imagem abaixo.

**Figura 10**

*Mapa dos testes realizado com o Rack5205*

Uma imagem com texto, mapa, atlas

Descrição gerada automaticamente

**Nota:** Como podemos ver na imagem, os sinais captados pela Gateway do UMAIA são de cor verde e as da Gateway da câmara são de cor amarela, isto é, nas zonas em que circulei não consegui recolher nenhum ponto com ambos os Gateways. Com base este resultado posso afirmar que o sinal não é captado em todo o município da Maia.

No dia seguinte fiz outro teste, liguei o dispositivo a partir de casa (São Roque), peguei o autocarro, peguei no metro e fui até no UMAIA, chegando ao UMAIA desliguei o dispositivo, voltei a ligar quando terminei a aula e só desliguei quando cheguei a casa o resultado já explico na imagem abaixo.

**Figura 11**

*Mapa com pontos recolhidos com o Rak5025*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, mapa, software

Descrição gerada automaticamente

**Nota:** Como podemos ver na imagem acima, com base a experiência pude notar que quando sai de case até ao UMAIA não consegui recolher nenhum ponto, os pontos em que recolhi só começou a ser marcado quando liguei o dispositivo a segunda vez já no UMAIA, os pontos foram captados inicialmente pela Gateway do UMAIA mais ou menos até a zona de Mandím, e ao longo do caminho passou a ser captado pela Gateway da Câmara municipal, e também pude notar que o último ponto enviado foi até Araújo. Com base esses resultados podemos notar que a maioria dos pontos são recolhidos pela Câmara municipal da maia, isto deve-se porque a Gateway da Câmara encontra-se no topo da torre, isto é a mais alta e capta melhor o sinal, também podemos afirmar para já que com o dispositivo Rack20505 só apanhamos o sinal até Araújo. Podemos notar também que para conseguir captar melhor os pontos é preferível ligar o dispositivo onde se sabe que conseguimos captar o sinal e depois é que podemos andar até ver onde chega e não o contrário.

**10.º SEMANA**

Continuando com os testes e recolha de pontos, uma vez que tive uma experiência com o dispositivo Rack50205 e o meu colega com o Rack10700, trocamos os dispositivos a fim de cada um ter uma experiência com os dois dispositivos.

Tivemos reuniões com o engenheiro Pedro Pimenta, na qual abordados as experiências e resultados obtidos na semana anterior, na qual ele nos sugeriu para explorar os lugares próximos dos Gateways, mas, onde ainda não foram recolhidos pontos, para não ter muitos pontos no mapa num mesmo local.

Levando em consideração o pedido do engenheiro Pedro Pimenta, eu escolhi explorar a zona industrial da maia e a zona do aeroporto, na imagem a baixo vou mostrar o mapa antes, a fim de poder diferenciar com a que eu vou colocar abaixo com as zonas já exploradas.

**Figura 12**

*Mapa inicial da zona industrial e aeroporto*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, diagrama, mapa

Descrição gerada automaticamente

Já com o Rak10700 na minha posse, inicialmente quis experimentar o que fiz com o Rak50205, liguei em casa e fui até ao UMAIA desliguei o dispositivo e voltei a ligar, depois sai do UMAIA peguei o metro até a estação de mandim, fui andado até a estação de metro de Pedras Rubras, peguei o metro e fui a casa, sempre com o dispositivo ligado, só desliguei quando cheguei a casa o resultado podemos ver nas imagens abaixo.

**Figura 13**

*Mapa com pontos recolhidos com o RaK10700 na zona industrial*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, diagrama, mapa

Descrição gerada automaticamente

Um dos resultados que tive com base a minha curiosidade, é que pude notar no Rack10700 um resultado diferente relativamente ao anterior, liguei em casa e quando me aproximava perto da tore ela já captava pontos, quanto mais próximo me aproximava mais pontos captava, diferente do outro não foi preciso desligar para apanhar o sinal, isto talvez se deveu por este dispositivo ser mais recente que o outro e mais potente.

Continuando, na imagem a baixo temos o mapa já com os pontos recolhidos naquela área toda.

**Figura 14**

*Mapa com pontos recolhidos no UMAIA até Pedras Rubras com o RaK5205*

Uma imagem com texto, mapa, captura de ecrã

Descrição gerada automaticamente

**Nota:** Novos pontos no mapa obtidos com o Rak10700, sinais captados a partir da torre da CMM, entre as zonas dos UMAIA, zona industrial e Pedras Rubras, podemos ver que a maioria dos pontos foi captado pela tore da Câmara e foi transmitido com muita frequência, a causa disto foi por ser uma zona com poucos prédios ou com prédio não tão altos, que dá uma maior visibilidade a tore, e o último ponto tive na rua do Pinheiro como podemos ver na imagem abaixo.

**Figura 15**

*Imagem do último ponto recebido nas imediações de Pedras Rubras*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, cartão de visita, Tipo de letra

Descrição gerada automaticamente

**11.º SEMANA**

Após recolher os pontos na zona industrial da maia, restando explorar a zona do aeroporto, sai de casa com objetivo de recolher pontos na zona do aeroporto, fiz diferente do habitual, em vez de ligar o dispositivo a partir de casa, liguei o dispositivo na estação de metro Fonte Cuco fui até ao aeroporto, e em seguida peguei a camioneta em direção a Maia, o resultado é o que vamos ver na imagem abaixo.

**Figura 16**

*Mapa com pontos recolhidos no Aeroporto com o RaK10700*

Uma imagem com texto, mapa, Tipo de letra, diagrama

Descrição gerada automaticamente

Na imagem a cima pude notar que o primeiro ponto foi captado apenas nas proximidades do aeroporto, e vários pontos foram captados dentro do aeroporto e com muita frequência, quando peguei a camioneta já não transmitia nenhum sinal, para depois captar o sinal já nas proximidades da tore, pude a maioria dos sinais que consegui foram quando estava na parte de cima do aeroporto (na parte das partidas), já na parte de baixo (chegadas) a partir daí só consegui catar já nas proximidades da tore como podemos ver na imagem a baixo.

**Figura 17**

*Mapa com pontos recolhidos nas zonas do aeroporto até a CMM*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, diagrama, Tipo de letra

Descrição gerada automaticamente

Com base os pontos recolhidos o próximo passo é criar uma API, para apresentar um mapa de calor para os lugares na qual fomos a recolher os pontos, para tal era preciso as informações seguintes:

A REST API recebe / vai receber como parâmetros:

1. Data de início e de data de fim - a rest api só devolve os pontos dentro dessas datas,
2. área retangular - limite superior esquerdo e limite inferior direito
3. Gateway de receção (Torre ou UMAIA)

RSSI (RSSImin < RSSI < RSSImax)

**Figura 18**

*End-point para exposição de pontos GPS*

Uma imagem com texto, Tipo de letra, papel, documento

Descrição gerada automaticamente

Na imagem acima temos a exposição do End-point dos pontos sinalizados pelos dispositivos de localização Rak5205 e Rak10700 está operacional em estádio de protótipo. A parametrização possível é a seguinte:

1. Intervalo de datas - **ts** - time start e **te** - time end (formato ‘aaaa-mm-dd hh:mm:ss’)
2. Gateway - **gw** {“AA25//9QTmA=“, “AA25//9PQ3g=”}
3. Área de seleção:
   * 1. Canto Superior de área retangular (**LatP**, **LngP**)
     2. Delta (Lat) **DLat** (máximo 0.02, valor default), **DLng** (máximo.026, valor default)
     3. Portanto, o retângulo de seleção corresponde a (LatP, LngP) - (LatP - DLat, LngP+ DLng)
4. Device - **dvc** {“FT\_RAK5205”, “Rak10700-D1”}  
   O endpoint retorna um objeto JSON com as seguintes chaves:
5. **sql** - Query utilizada para extrair os dados (para efeitos de verificação do bom processamento dos parâmetros);
6. **data** - registos extraídos - **id** do ponto registado, **timestamp**, **device**, **origem** (pode ser **plora\_f** ou **LoraWan**, ambas são fidedignas), **position**; {Lat: \_\_\_\_, Lng: \_\_\_}, gateway, **rssi**, **SNR**, **Temp** (Temperatura, ºC), **Press** (Pressão, mbar))
7. **NP**, **SI** - variáveis de controlo, devem ser iguais e menores que 300 (limite de pontos exposto em cada chamada ao end point);
8. **DT** - tempo de cpu gasto na consulta à base de dados.

# CONCLUSÕES

Em conclusão, o estágio realizado na Câmara Municipal da Maia proporcionou uma experiência enriquecedora no campo da tecnologia LoRaWaN e as suas aplicações. Durante o estágio, foram realizadas atividades que permitiram compreender o funcionamento da rede LoRaWaN, desde a sua arquitetura até as camadas e medidas de segurança envolvidas. Além disso, foram realizados testes com o Rack5205 e o Rack10700, explorando os índices de desempenho RSSI e SNR. Foi possível adquirir conhecimentos relevantes sobre a tecnologia LoRaWaN e o seu potencial na criação de soluções para a Internet das Coisas (IoT). A oportunidade de trabalhar em conjunto com a Câmara Municipal da Maia proporcionou uma visão prática de como a tecnologia pode ser aplicada para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e contribuir para um desenvolvimento sustentável.

O projeto de obtenção de um mapa de calor dos concelhos da CMM da Maia representará uma grande vantagem. Essa iniciativa permitirá obter informações valiosas sobre a cobertura e o desempenho da rede LoRaWaN na região, auxiliando no planeamento e na tomada de decisões para futuras implementações.

Por fim, o estágio não só proporcionou um aprendizado técnico significativo, mas também permitiu o desenvolvimento de habilidades interpessoais, trabalho em equipa e capacidade de resolver problemas. Agradeço à Câmara Municipal da Maia pela oportunidade e ao meu supervisor pelo apoio e orientação ao longo do estágio. Estou grato por essa experiência enriquecedora e por todas as oportunidades de crescimento profissional que me foram proporcionadas.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Introduction - ChirpStack open-source LoRaWAN® Network Server documentation*. (n.d.). Retrieved 7 July 2023, from https://www.chirpstack.io/docs/

*LoRa - A tecnologia de rádio frequência para a Internet das coisas*. (n.d.). Retrieved 7 July 2023, from https://pplware.sapo.pt/internet/lora-a-tecnologia-de-radio-frequencia-para-a-internet-das-coisas/

*LoRaWAN - O que é? | ZenzorControl - Soluções de Instrumentação*. (n.d.). Retrieved 7 July 2023, from https://zenzorcontrol.pt/pt/lorawan-o-que-e

*LoRaWAN Standard | LoRa | Semtech*. (n.d.). Retrieved 7 July 2023, from https://www.semtech.com/lora/lorawan-standard

Maziero, L. (n.d.). *UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA*.

*What is LoRa? • Wavecom*. (n.d.). Retrieved 7 July 2023, from https://wavecom.com/uFAQs/what-is-lora/

*What is LoRaWAN® Specification - LoRa Alliance®*. (n.d.). Retrieved 7 July 2023, from https://lora-alliance.org/about-lorawan/

# ANEXOS

***Tabela 1***

*Pontos recebidos Rack5205*

Uma imagem com texto, número, captura de ecrã, Tipo de letra

Descrição gerada automaticamente

**Tabela 2**

*Pontos recebidos Rack10700*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, número, Tipo de letra

Descrição gerada automaticamente