



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

# **METI - Emulação e Simulação de Redes de Telecomunicações**

## **Relatório de Especificação da fase B**

### **Grupo 2**

#### **Alunos:**

João Pedro Costa Bastos - pg57564

Bruno Miguel Fernandes Araújo - pg55806

#### **Docentes:**

Adriano Jorge Cardoso Moreira

Bruno Daniel Mestre Viana Ribeiro

José Augusto Afonso

# Conteúdo

<b>Lista de Símbolos</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>iii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 Proposta de Aplicação</b>	<b>1</b>
<b>3 Especificação da Fase B</b>	<b>2</b>
3.1 Síntese de conceitos . . . . .	2
3.2 Arquitetura geral do sistema . . . . .	3
3.2.1 Especificação da rede de sensores. . . . .	4
3.3 Requisitos . . . . .	5
3.3.1 Requisitos funcionais . . . . .	5
3.3.2 Requisitos não funcionais . . . . .	5
3.4 Objetivos . . . . .	6
3.5 Planeamento . . . . .	7
3.5.1 Planeamento temporal . . . . .	7
3.5.2 Ferramentas utilizadas . . . . .	8
3.5.2.1 <i>Software</i> . . . . .	8
3.5.2.2 <i>Hardware</i> . . . . .	8
<b>4 Conclusão</b>	<b>8</b>

# Lista de Símbolos

## Acrónimos

*Cloud1* Cloud 1

*Cloud2* Cloud 2

*DNS* Domain Name System

*DNS* Servidor DNS

*IoT* Internet of Things

*IP* Internet Protocol

*LED* Light Emitting Diode

*NAT* Network address translation

*OSPF* Open Shortest Path First Protocol

*R1* Router 1

*R2* Router 2

*R3* Router 3

*R4* Router 4

*R5* Router 5

*Switch1* Switch 1

## Lista de Figuras

1	Arquitetura resultante da Fase A. . . . .	3
2	Esboço inicial da Rede de Sensores da Fase B. . . . .	4
3	Diagrama de <i>Gantt</i> da Fase B. . . . .	7

# 1 Introdução

Este projeto visa o desenvolvimento de um sistema de "smart parking" para gestão inteligente de estacionamento, utilizando tecnologias de Internet das Coisas (IoT) e simulação no ambiente virtual "CupCarbon". A crescente urbanização e a consequente escassez de espaços de estacionamento têm incentivado a pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas que otimizem o uso desses recursos limitados. Com isso em mente, o sistema proposto procura oferecer uma solução eficiente para ambientes de estacionamento de pequenas dimensões, com aproximadamente 10 a 15 vagas, onde será utilizada comunicação sem fios via Bluetooth para a transmissão de dados devido à proximidade dos dispositivos.

Este sistema permitirá monitorizar o estado de ocupação das vagas em tempo real, informando o status "livre" ou "ocupado" para uma central que, posteriormente, distribuirá as informações via internet. Para isso, o sistema será conectado a uma rede simulada com uma infraestrutura em malha composta por cinco routers e duas clouds, de modo a garantir a transmissão segura e eficiente dos dados capturados pelos sensores.

## 2 Proposta de Aplicação

A proposta escolhida foi "Smart Parking", utilizando sensores ultrasom para poder dar a informação se um determinado lugar num parque de estacionamento está ocupado ou não, possibilitando a criação de um display para dar a conhecer aos utilizadores a lotação do parque, e fornecendo ao dono/a do parque dados para criação de estatísticas de ocupação numa linha temporal. Este projeto visa conectar um sistema de sensores ultrasom numa rede de routers em malha utilizando a internet, esta rede estará interligada a um servidor DNS para tradução de nomes de domínio e a duas clouds para gerir e armazenar dados. Essa estrutura proporcionará um sistema eficiente e em tempo real para monitorizar a ocupação de vagas de estacionamento, facilitando a gestão e melhorando a experiência dos utilizadores.

## 3 Especificação da Fase B

### 3.1 Síntese de conceitos

- **Plataforma IoT** - É um ambiente integrado que fornece as ferramentas e serviços necessários para conectar, gerenciar e controlar dispositivos inteligentes que fazem parte do ecossistema da Internet das Coisas (IoT). Estas plataformas ajudam a conectar dispositivos físicos (sensores, atuadores, máquinas, etc.) à internet, recolher dados, analisá-los, e permitir que os dispositivos interajam uns com os outros ou com aplicações.
- **Sensores** - São dispositivos que detetam mudanças no ambiente ou em objetos e convertem essas variações em dados digitais, que podem ser transmitidos e analisados. Eles desempenham um papel fundamental na recolha de informações que são utilizadas para monitorizar, controlar e otimizar processos, e são essenciais para aplicações de IoT.
- **Atuadores** - São dispositivos que recebem comandos para executar uma ação física ou mecânica em resposta aos dados processados de sensores ou comandos diretos do sistema. Eles atuam como a "parte de ação" dos sistemas de IoT, enquanto os sensores representam a "parte de coleta de dados".
- **Bluetooth** - É uma tecnologia de comunicação sem fio de curto alcance que permite a transferência de dados entre dispositivos próximos, como smartphones, tablets, computadores, fones de ouvido e dispositivos IoT. Ele usa ondas de rádio de baixa energia na faixa de frequência de 2,4 GHz para transmitir informações.

## 3.2 Arquitetura geral do sistema

A arquitetura geral do sistema resultante da Fase A, encontra-se ilustrada esquematicamente na Figura 1.

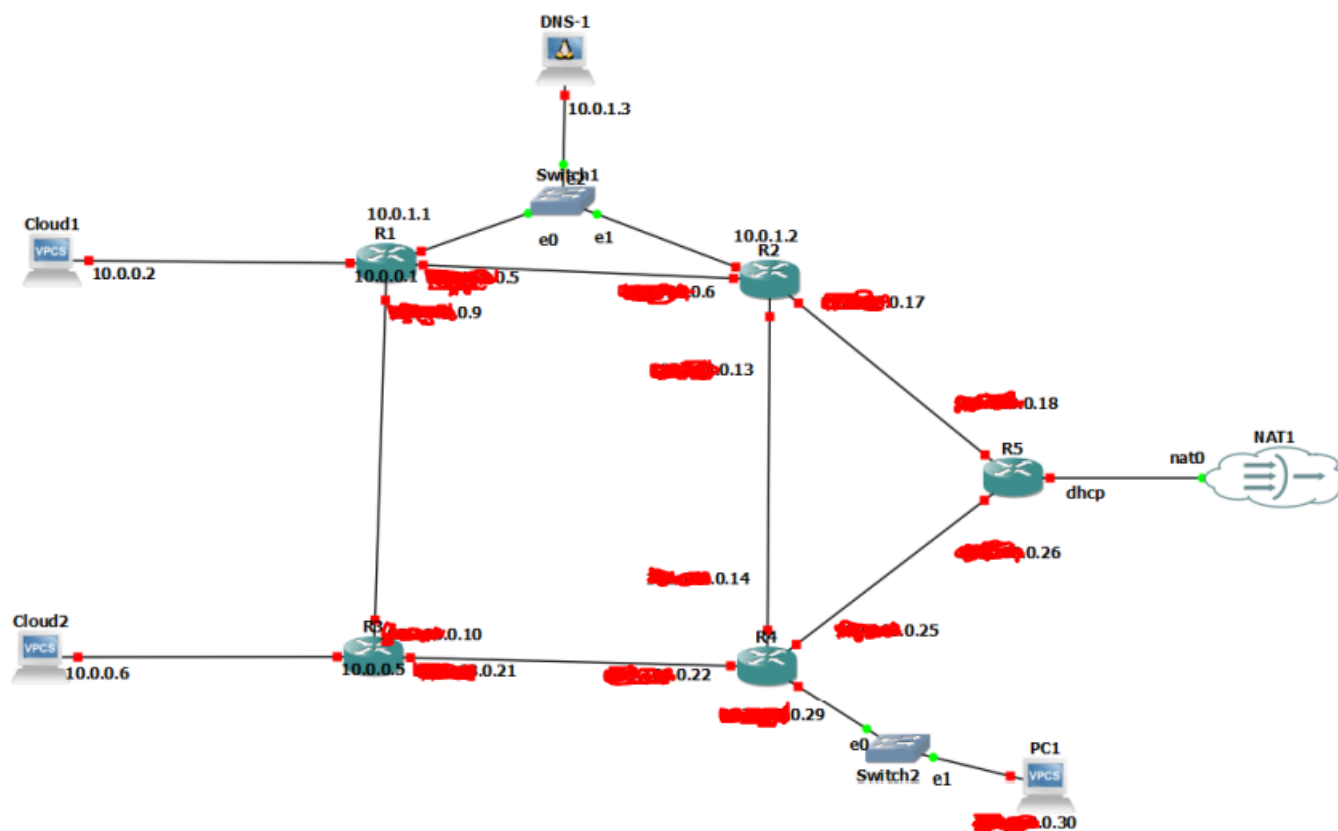


Figura 1: Arquitetura resultante da Fase A.

Esta foi a rede com encaminhamento dinâmico (usamos o OSPF) que desenvolvemos na fase A.

Desde a apresentação da demo A, alteramos as ligações serial para ethernet e removemos um servidor DNS que tínhamos colocado para testes.

Para esta **Fase B**, será necessário que a rede tenha uma conexão com a Internet através de uma Cloud, que a representará e à qual o Cupcarbon estará ligado. Para isso, precisaremos substituir a NAT.

### 3.2.1 Especificação da rede de sensores.

Na rede de sensores do nosso projeto de *Smart Parking*, temos presente **1 parque de estacionamento com 10 lugares disponíveis**.

Nesse vamos ter presentes **10 sensores ultrassom** que iram detetar se o lugar se encontra ocupado ou não e **10 Leds (atuadores)** cuja luz dependerá do estado do lugar a que este se encontra associado.

Tendo em conta que a área de cobertura da rede de sensores é pequena, que os dispositivos não estarão muito afastados entre si e que estes não consumirão nem muita energia nem muita largura de banda, optamos pela tecnologia de redes sem fios **Bluetooth**.

Usamos o Cup Carbon para representarmos um esboço inicial da rede de sensores que temos em mente, este encontra-se ilustrado na Figura 2.

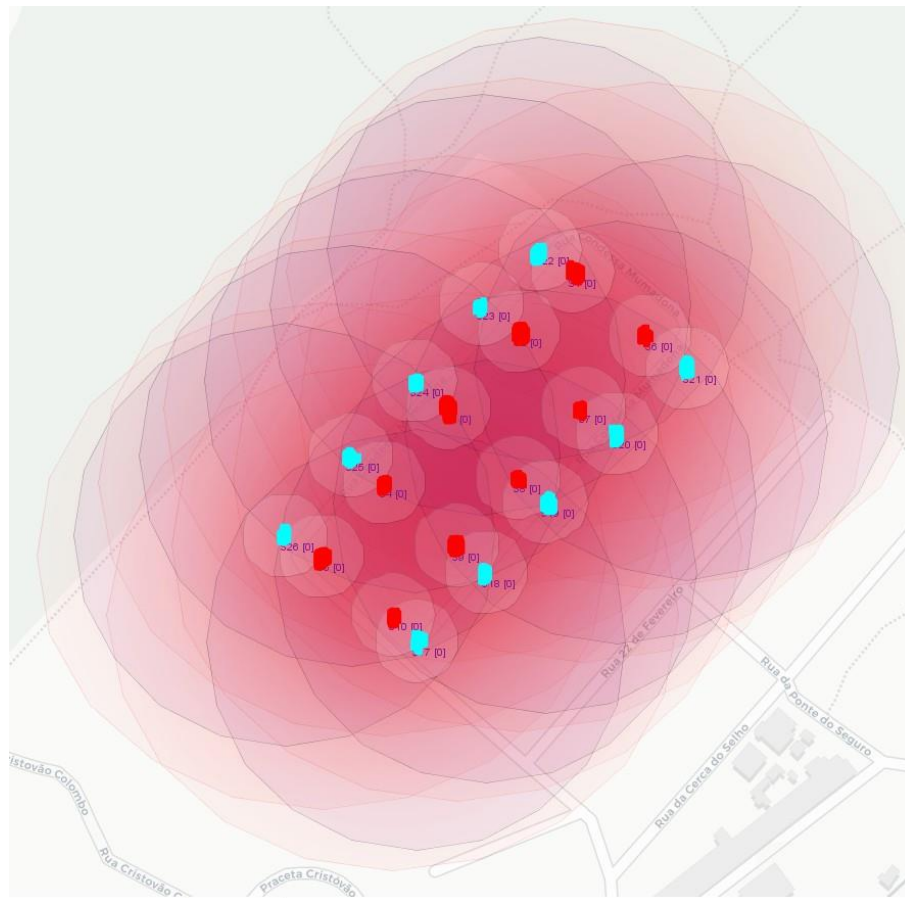


Figura 2: Esboço inicial da Rede de Sensores da Fase B.

#### Legenda:

Os 10 sensores do Sistema.

Os 10 atuadores do Sistema (LEDS).

Teremos de desenvolver **SenScripts** para programar os comportamentos dos sensores e dos atuadores.

Por exemplo, para os Leds em principio teremos um ciclo com mark 1 e 0 em que 1 representa quando este se encontra ligado (Lugar do estacionamento livre) e 0 quando este se encontra desligado (Lugar do estacionamento ocupado).

### **3.3 Requisitos**

Definição de vários requisitos funcionais e requisitos não funcionais que serão pontos obrigatórios na realização desta fase.

#### **3.3.1 Requisitos funcionais**

- O sistema deve ser capaz de identificar e comunicar o estado de cada lugar de estacionamento, indicando se está "ocupado" ou "livre";
- Os sensores devem transmitir o status dos lugares via Bluetooth para os dispositivos centrais, em função do curto alcance e da necessidade de economia de energia.
- O sistema deve ser capaz de atualizar o status das vagas em tempo real.

#### **3.3.2 Requisitos não funcionais**

- A transmissão via Bluetooth deve ser otimizada para garantir baixo consumo de energia e minimizar o tempo de comunicação entre os sensores.
- O sistema deve minimizar a latência no processamento e envio de informações, mantendo as atualizações em tempo quase real.



### 3.4 Objetivos

Para esta fase os objetivos principais a realizar são:

- Definição da área de aplicação do sistema IoT a desenvolver pelo grupo.
- Definição, dentro da área de aplicação escolhida, dos parâmetros a monitorizar/controlar e respetivos sensores/atuadores.
- Definição da área de cobertura do sistema e do número e distribuição dos dispositivos sensores nesta área.
- Proposta de uma tecnologia de redes sem fios adequada para uma implementação física da rede de sensores sem fios tendo em consideração parâmetros como a distância entre os dispositivos, a topologia de rede, o consumo de energia dos dispositivos e o débito requerido pelos sensores.
- Definição de um protocolo de comunicação e os formatos das mensagens enviadas e recebidas pelos dispositivos sensores.
- Instalação e simulação da rede de sensores utilizando o CupCarbon.
- Integração entre a rede de sensores e a infraestrutura de rede criada utilizando o GNS3.

#### **Objetivos extra:**

- Configuração dos dispositivos: Definição e implementação de mensagens downlink para configuração remota dos parâmetros dos dispositivos.
- Atuação: Definição e implementação de mensagens/comandos downlink para atuação remota de atuadores nos dispositivos.
- Definição/implementação de um protocolo MAC na rede de sensores que permita aos dispositivos da rede entrarem em modo sleep nos períodos de inatividade.
- Integrar um dispositivo sensor real na simulação utilizando a plataforma de desenvolvimento ESP32.

### 3.5 Planeamento

Primeiramente apresentamos a planificação temporal da Fase B do projeto, acompanhando-a pelo seu diagrama de Gantt respetivo e de seguida indicamos o conjunto de ferramentas que serão utilizadas neste projeto.

#### 3.5.1 Planeamento temporal

Na Figura 3 esta´ o Diagrama de *Gantt* correspondente a esta fase.

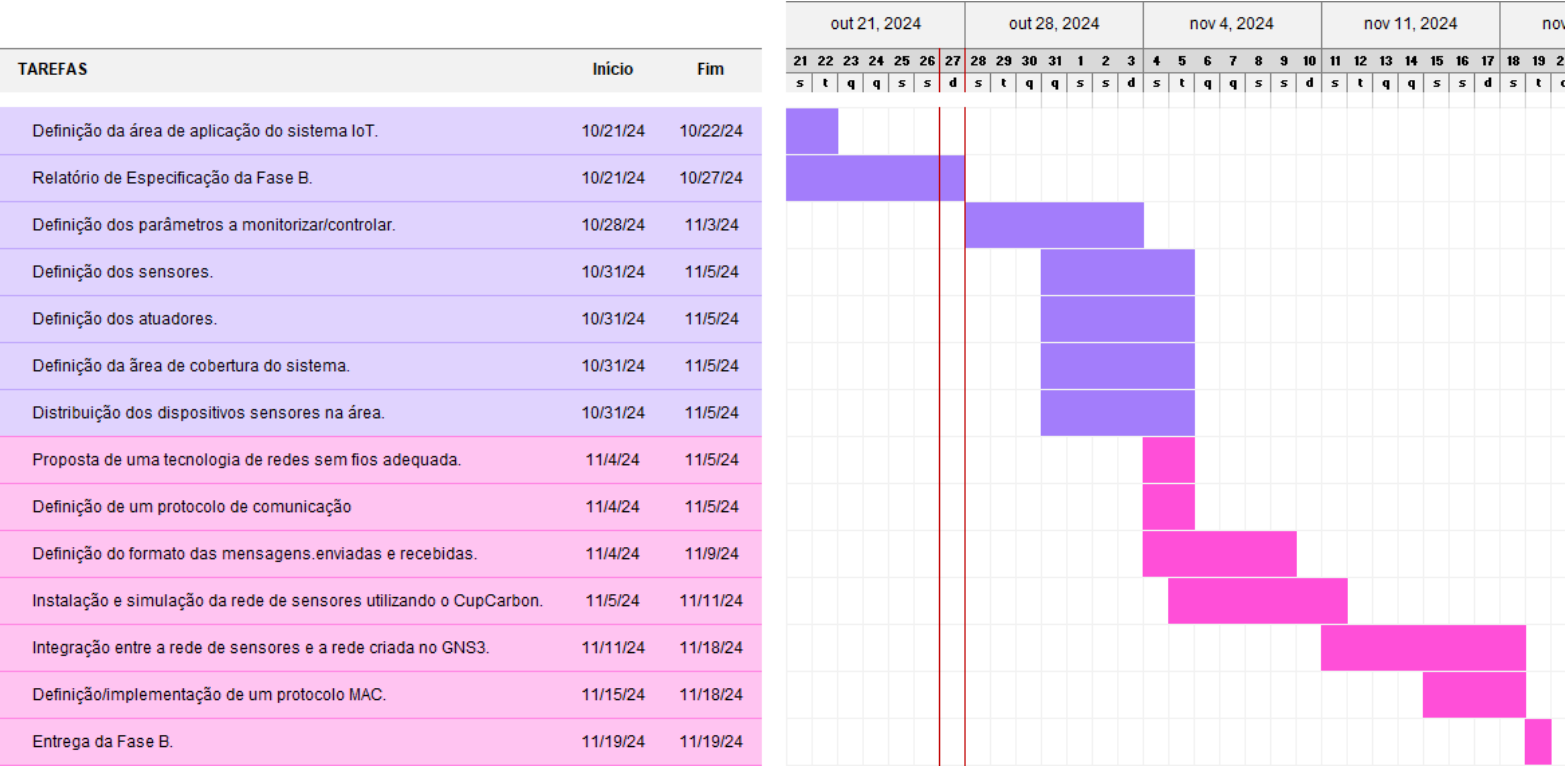


Figura 3: Diagrama de *Gantt* da Fase B.

### 3.5.2 Ferramentas utilizadas

Apresentamos as ferramentas utilizadas, listadas conforme a sua categoria: *Software* ou *Hardware*.

#### 3.5.2.1 *Software*

As ferramentas a nível de software serão as seguintes:

- Programa **GNS3**, para a simulação de redes, permite o teste de cenários e de configurações antes da implementação prática.
- Programa **Oracle VM Virtualbox**, para a utilização da virtual machine como servidor local para estabelecer ligação à internet.
- Plataforma **Discord**, para a comunicação e partilha de ficheiros entre o grupo.
- Plataforma **OverLeaf**, para a elaboração de relatórios em L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.
- Programa **Microsoft Excel**, para o desenvolvimento do diagrama de Gantt usado no planeamento temporal das tarefas do grupo.
- Programa **CupCarbon**, para a simulação e monitorização da rede de sensores.

#### 3.5.2.2 *Hardware*

Ao nível de hardware temos apenas presentes 2 computadores, um para cada estudante.

## 4 Conclusão

Nesta fase B, concentramo-nos em implementar a rede de sensores IoT tivemos de ter em conta a área de aplicação, os sensores e atuadores a serem usados e ainda tivemos de tomar uma decisão importante com a escolha da tecnologia de redes sem fios.

Revisitamos a fase A ao integrarmos a rede de sensores simulada no Cup Carbon com a rede criada no GNS3.

É nesta fase que temos a oportunidade de trazer a simulação ao real, se optarmos em integrar um sensor real à nossa rede simulada, algo que acreditemos ser muito similar ao mercado de trabalho, mostrando assim, a importância deste projeto.