



UNIVERSIDADE  
**LUSÓFONA**

# Aplicação móvel para recomendação de carruagens de comboios e metros com base em informação de ocupação

## **Trabalho Final de curso**

Relatório Intercalar 1º Semestre

**Susana Wu Wang, a22207312, LEI**

**Orientador: Rodrigo Correia**

**Co-orientador: Bruno Cipriano**

Departamento de Engenharia Informática da Universidade Lusófona

Centro Universitário de Lisboa

01/12/2024

[www.ulusofona.pt](http://www.ulusofona.pt)

## **Direitos de cópia**

(Aplicação móvel para recomendação de carruagens de comboios e metros com base em informação de ocupação), Copyright de (*Susana Wu Wang*), ULHT.

A Escola de Comunicação, Arquitectura, Artes e Tecnologias da Informação (ECATI) e a Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT) têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

---

## Agradecimientos

## Resumo

Este projeto consiste no desenvolvimento de uma aplicação relacionada com o sistema de comboios que recomenda ao utilizador uma carruagem do comboio com a menor percentagem de lotação de pessoas, promovendo uma distribuição mais equilibrada dos passageiros ao longo do comboio e com o objetivo de melhorar a experiência de mobilidade dos passageiros. Além disso, a aplicação sugere opções de comboios disponíveis com base na origem e no destino indicados pelo utilizador, permitindo um planeamento de viagem mais eficiente e personalizado.

Inspirada em sistemas automatizados como o implementado na China, que indicam a percentagem de ocupação em transportes públicos, esta solução visa promover o conforto e a conveniência dos passageiros, ao mesmo tempo que reduz atrasos e problemas associados à sobrelotação, especialmente em períodos de maior afluência.

O projeto será desenvolvido no âmbito da Licenciatura em Engenharia Informática (LEI), aplicando conhecimentos obtidos ao longo do percurso académico e terá como foco a rede de transportes da zona metropolitana de Lisboa. Esta iniciativa alia inovação tecnológica a uma abordagem prática para enfrentar desafios de mobilidade urbana, contribuindo para um sistema de transporte público mais eficiente e atrativo.

**Palavras chave:** Aplicação móvel, Transportes públicos, Comboios, Mobilidade urbana, Planeamento de viagens, Lotação, Experiência do passageiro, Rede de transportes, Lisboa

---

# Abstract

This project consists of developing an application related to the train system that recommends to users the train carriage with the lowest occupancy percentage, promoting a more balanced distribution of passengers along the train and aiming to enhance passengers' mobility experience. Additionally, the application suggests available train options based on the user's indicated origin and destination, enabling a more efficient and personalized travel planning.

Inspired by automated systems like those implemented in China, which indicate occupancy percentages in public transport, this solution seeks to promote passengers' comfort and convenience while reducing delays and problems associated with overcrowding, especially during peak periods.

The project will be developed as part of the Bachelor's Degree in Computer Engineering (LEI), applying knowledge acquired throughout the academic journey, and will focus on the transport network of the Lisbon metropolitan area. This initiative combines technological innovation with a practical approach to address urban mobility challenges, contributing to a more efficient and attractive public transport system.

Key-words: Mobile application, Public transport, Trains, Urban mobility, Travel planning, Occupancy, Passenger experience, Transport network, Lisbon

# Índice

|  |      |
|--|------|
| Agradecimentos .....                                     | iii  |
| Resumo.....  | iv   |
| Abstract .....   | v    |
| Índice .....   | vi   |
| Lista de Figuras.....                                    | viii |
| Lista de Tabelas .....                                   | ix   |
| Lista de Siglas .....                                    | x    |
| 1 Introdução.....  | 1    |
| 1.1 Enquadramento.....                                   | 1    |
| 1.2 Motivação e Identificação do Problema.....           | 2    |
| 1.3 Objetivos.....                                       | 2    |
| 1.4 Estrutura do Documento .....                         | 3    |
| 2 Pertinência e Viabilidade .....                        | 1    |
| 2.1 Pertinência.....                                     | 1    |
| 2.1.1 Inquérito.....                                     | 1    |
| 2.2 Viabilidade .....                                    | 5    |
| 2.2.1 Viabilidade Técnica.....                           | 5    |
| 2.2.2 Viabilidade Económica .....                        | 5    |
| 2.2.3 Viabilidade Social .....                           | 5    |
| 2.2.4 Viabilidade Ambiental .....                        | 5    |
| 2.3 Análise Comparativa com Soluções Existentes .....    | 6    |
| 2.3.1 Soluções existentes .....                          | 6    |
| 2.3.2 Análise de benchmarking .....                      | 6    |
| 2.4 Proposta de inovação e mais-valias .....             | 7    |
| 2.5 Identificação de oportunidade de negócio .....       | 7    |
| 3 Especificação e Modelação.....                         | 8    |
| 3.1 Análise de Requisitos.....                           | 8    |
| 3.1.1 Enumeração de Requisitos.....                      | 8    |
| 3.1.2 Descrição detalhada dos requisitos principais..... | 10   |
| 3.1.3 Casos de Uso/ <i>User Stories</i> .....            | 11   |

---

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.2   | Modelação .....                             | 12 |
| 3.3   | Protótipos de Interface.....                | 13 |
| 4     | Solução Proposta .....                      | 16 |
| 4.1   | Apresentação.....                           | 16 |
| 4.2   | Arquitetura .....                           | 16 |
| 4.3   | Tecnologias e Ferramentas Utilizadas .....  | 16 |
| 4.4   | Ambientes de Teste e de Produção.....       | 16 |
| 4.5   | Abrangência .....                           | 17 |
| 4.6   | Componentes .....                           | 17 |
| 4.6.1 | Componente 1: Interface de Utilizador ..... | 17 |
| 4.6.2 | Componente 2: Firebase .....                | 17 |
| 4.7   | Interfaces .....                            | 17 |
| 5     | Testes e Validação.....                     | 20 |
| 6     | Método e Planeamento .....                  | 21 |
| 6.1   | Planeamento inicial .....                   | 21 |
| 6.2   | Análise Crítica ao Planeamento.....         | 21 |
| 7     | Resultados .....                            | 22 |
| 8     | Conclusão .....                             | 23 |
|       | Bibliografia .....                          | 24 |
|       | Anexo 1 – Inquérito sobre a aplicação.....  | 25 |
|       | Glossário.....                              | 26 |

## Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 - Estação de Reino Unido que mostra a taxa de ocupação de cada carruagem através do preenchimento de cor..... | 1  |
| Figure 2 - Estação na Índia que mostra o número de carruagens e a sua respetiva ocupação em percentagem .....          | 2  |
| Figure 3 - Gráfico de faixas etárias (Inquérito) .....   | 2  |
| Figure 4 - Gráfico de ocupações (Inquérito) .....  | 2  |
| Figure 5 - Gráfico de utilização (Inquérito) .....   | 3  |
| Figure 6 - Gráfico de frequência de uso (Inquérito) .....  | 3  |
| Figure 7 - Gráfico de concordância com a 1ª afirmação (Inquérito) .....  | 4  |
| Figure 8 - Gráfico de concordância com a 2ª afirmação (Inquérito) .....  | 4  |
| Figure 9 - Modelo entidade-relação .....   | 12 |
| Figure 10 - Protótipo em papel do ecrã principal.....  | 13 |
| Figure 11 - Protótipo em papel do ecrã das estações .....  | 14 |
| Figure 12 - Protótipo em papel do ecrã do comboio.....   | 15 |
| Figure 13 - Ecrã principal com origem e destino selecionados .....   | 18 |
| Figure 14 - Ecrã principal.....  | 18 |
| Figure 15 - Ecrã de comboios.....  | 19 |
| Figure 16 - Diagrama de Gantt.....   | 21 |



---

## Lista de Tabelas

|  |   |
|--|---|
| Table 1 - Tabela de comparação com soluções existentes ..... | 6 |
| Table 2 - Tabela de requisitos .....                         | 8 |
| Table 3 - Tabela de critérios de aceitação .....             | 9 |

## Lista de Siglas

|     |  |
|-----|--|
| LEI | Licenciatura em Engenharia Informática |
| LIG | Licenciatura em Informática de Gestão  |
| TFC | Trabalho Final de Curso                |
| CP  | Comboios de Portugal                   |

# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

Os sistemas de transporte público desempenham um papel essencial na mobilidade urbana, permitindo a ligação eficiente entre diferentes pontos da cidade. No entanto, problemas como a sobrelotação de comboios e metros, especialmente durante as horas de ponta, geram desconforto, atrasos e uma experiência negativa para os passageiros.

A necessidade de otimizar a experiência de transporte público torna-se ainda mais relevante no contexto da zona metropolitana de Lisboa, onde o aumento populacional e o elevado fluxo de passageiros nos principais meios de transporte reforçam a urgência de soluções inovadoras.

Sistemas que utilizam dados em tempo real para melhorar a gestão da ocupação, como os implementados na China, no Reino Unido, Índia, entre outros, todos estes densamente populados, demonstram o potencial da tecnologia para enfrentar esses desafios.



Figure 1 - Estação de Reino Unido que mostra a taxa de ocupação de cada carruagem através do preenchimento de cor



Figure 2 - Estação na Índia que mostra o número de carruagens e a sua respetiva ocupação em percentagem

## 1.2 Motivação e Identificação do Problema

A motivação para este trabalho surge da necessidade de melhorar a experiência dos utilizadores dos transportes públicos na zona metropolitana de Lisboa. Atualmente, os sistemas de transporte enfrentam desafios significativos relacionados com a gestão de passageiros, incluindo sobrelotação, atrasos frequentes e falta de informações úteis para os utilizadores. Estes problemas tornam-se especialmente evidentes em horários de maior fluxo e em eventos extraordinários, como greves ou eventos de grande escala, destacando a incapacidade dos sistemas atuais de responder eficazmente às necessidades dos passageiros.

A proposta deste projeto visa enfrentar estes desafios ao introduzir uma solução tecnológica inovadora que não só distribua de forma mais equitativa os passageiros pelas carruagens, como também forneça recomendações de viagem personalizadas, melhorando o conforto, a eficiência e a segurança.

## 1.3 Objetivos

O principal objetivo deste projeto é desenvolver uma aplicação móvel capaz de melhorar a experiência de mobilidade dos utilizadores de transportes públicos na zona metropolitana de Lisboa. Este objetivo desdobra-se em metas específicas:

- **Recomendação de Carruagens:** Fornecer informações sobre a ocupação das carruagens, promovendo uma distribuição mais eficiente dos passageiros.
- **Planeamento Personalizado de Viagens:** Sugerir combinações de transportes que melhor se adaptem às necessidades de origem e destino dos utilizadores.
- **Redução de Sobrelotação:** Minimizar problemas associados a carruagens sobrelotadas, especialmente em horários de pico.

Estes objetivos aliam-se à promoção de conforto, eficiência e inovação no transporte público.

## 1.4 Estrutura do Documento

Este relatório está organizado da seguinte forma:

- **Secção 1 - Introdução:** Apresenta o enquadramento do problema, a motivação para a realização do projeto, os objetivos gerais e específicos e a estrutura do documento.
- **Secção 2 - Pertinência e Viabilidade:** Discute a relevância do projeto e a sua viabilidade técnica, económica e social.
- **Secção 3 - Especificação e Modelação:** Descreve os requisitos, modelação e protótipos da aplicação.
- **Secção 4 - Solução Proposta:** Detalha a arquitetura, as tecnologias e ferramentas utilizadas, bem como os componentes da solução.
- **Secção 5 - Testes e Validação:** Apresenta o plano de testes e os métodos de validação.
- **Secção 6 - Método e Planeamento:** Expõe o cronograma e o método de trabalho adotado.
- **Secção 7 - Resultados e Conclusão:** Analisa os resultados obtidos e discute os próximos passos.



**\*\*Esta secção deve ser ignorada. \*\***

O quadro abaixo é indicativo de entregáveis para cada momento de avaliação, assumindo abordagem sequencial do desenvolvimento de TFC. Podendo ser adoptadas outras abordagens metodológicas (e.g.: metodologias ágeis), serão aceites outras organizações de entregas. Deve-se, no entanto, observar duas condições: (i) a 1ª entrega deverá manter os conteúdos indicados no quadro, por forma a permitir ao júri avaliar a pertinência do tema e a taxa de esforço esperada; (ii) a organização de conteúdos em cada entrega deve ter atenção aos critérios de avaliação de modo a garantir a uniformidade da avaliação

### Quadro de conteúdos Desenvolvimento

| Avaliação                    | Tipo                        | 1. Introdução | 2. Pertinência e Viabilidade | 3. Especificação e Modelação | 4. Solução Desenvolvida <sup>1</sup> | 5. Testes e Validação | 6. Método e Planeamento | 7. Resultados | 8. Conclusão |
|------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|--------------|
| <b>1ª entrega Intercalar</b> | Qualitativa;<br>Júri cego   | Incluir       | Incluir                      | incluir                      | incluir                              | N/A                   | Inicial                 | N/D           | N/D          |
| <b>2ª Entrega Intercalar</b> | Qualitativa;<br>Júri cego   | revisto       | revisto                      | revisto                      | revisto                              | Incluir               | revisto                 | N/D           | N/D          |
| <b>Final<sup>2</sup></b>     | Quantitativa;<br>Presencial | Final         | Final                        | Final                        | Solução Proposta                     | Final                 | Final <sup>3</sup>      | Incluir       | Incluir      |

<sup>1</sup> Sempre que aplicável, inclui código funcional, a disponibilizar em repositório *Git*

<sup>2</sup> O relatório final deverá incluir todos os conteúdos desenvolvidos ao longo do TFC

<sup>3</sup> Para a entrega final sugere-se a inclusão, em anexo, de todo os planos de trabalho anteriores com apreciação de progresso e avaliação das dificuldades encontradas na elaboração e cumprimento do planeamento





## 2 Pertinência e Viabilidade

### 2.1 Pertinência

A sobrelotação nos transportes públicos da zona metropolitana de Lisboa continua a ser um problema recorrente, afetando negativamente o conforto e a experiência dos passageiros, sobretudo em horários de pico. Sistemas que fornecem dados em tempo real sobre a ocupação dos veículos têm demonstrado um impacto significativo na melhoria da experiência de viagem. De acordo com um relatório da UITP:

*"For example, reliable real-time data on train car occupancies can be used as an effective guidance system on the platform, enabling passengers to use the carriages of incoming trains with the lowest occupancy. The most common method of transmitting this information is visualisation via Passenger Information Display Systems (PIDs). Another possibility is to visualise the information inside ticketing or other passenger apps/websites. Such accurate information will bring greater comfort during the passenger journey, generating loyalty and trust in the transport operator."*

Este projeto insere-se nesse contexto, ao propor uma aplicação que promove uma distribuição mais eficiente dos passageiros pelas carruagens e fornece recomendações personalizadas de viagem. A solução não apenas melhora o conforto, como também contribui para uma gestão mais sustentável das infraestruturas existentes, reduzindo o impacto da sobrelotação no desgaste do sistema.

#### 2.1.1 Inquérito

Os dados recolhidos através de um inquérito com 22 participantes reforçam a relevância e viabilidade do projeto. A amostra incluiu utilizadores com idades entre 18 e 65 anos, maioritariamente estudantes e utilizadores frequentes de comboios, metros ou metro de superfície.

#### Dados Demográficos

- **Idades:** Faixa etária entre 18 e 65 anos.
- **Ocupações:** Predominantemente estudantes.

Qual é a sua faixa etária?

22 responses

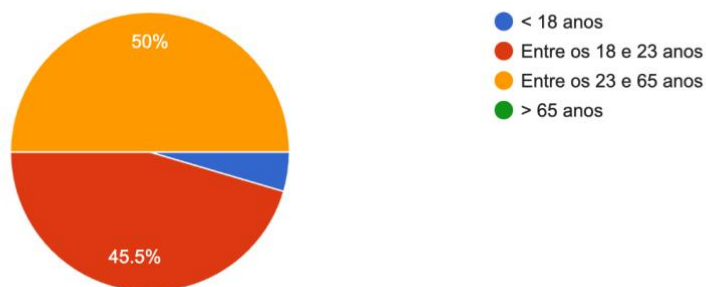


Figure 3 - Gráfico de faixas etárias (Inquérito)

Qual é a sua ocupação?

22 responses

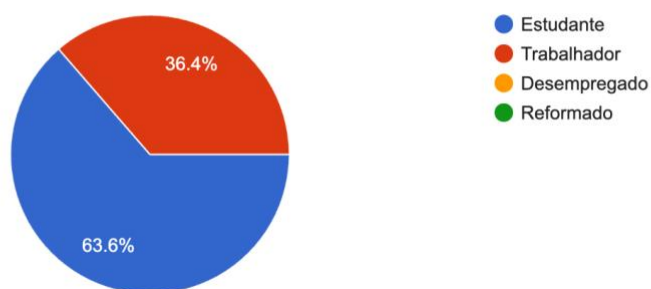


Figure 4 - Gráfico de ocupações (Inquérito)

### Relevância dos Participantes

Todos os participantes confirmaram ser utilizadores de comboios, metros ou metro de superfície, e a maioria utiliza estes meios de transporte regularmente.

É utilizador de comboios, metros ou metros de superfície?

22 responses

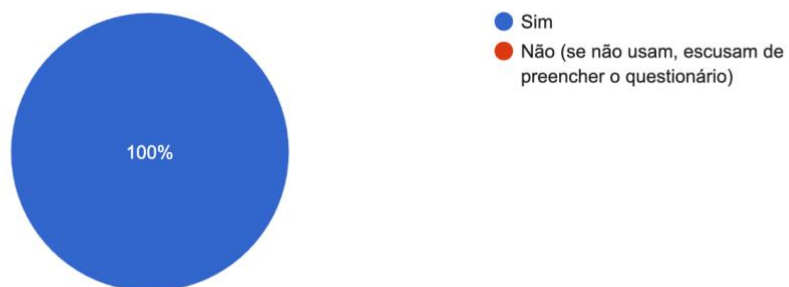


Figure 5 - Gráfico de utilização (Inquérito)

Qual a frequência de uso de comboios/metros?

22 responses

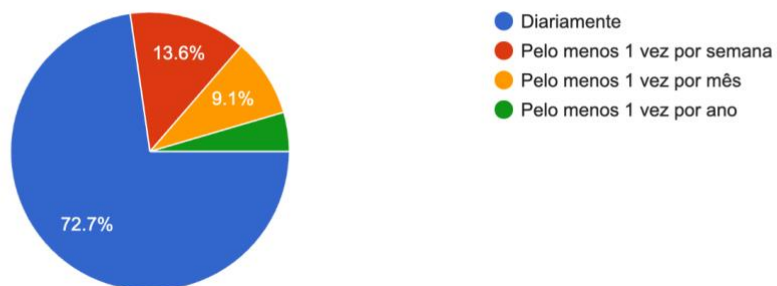


Figure 6 - Gráfico de frequência de uso (Inquérito)

## Utilidades do Projeto

Duas questões-chave foram levantadas:

- **Impacto na experiência de viagem:** A maioria dos inquiridos concordou que uma aplicação indicando a carruagem menos ocupada teria um impacto positivo na sua experiência de viagem. Este dado está alinhado com as conclusões do estudo da UITP, reforçando que o conforto e a informação confiável podem tornar as viagens mais agradáveis.

- **Frequência de uso do transporte público:** Os resultados indicaram que uma aplicação deste tipo poderia aumentar a frequência de uso de transportes públicos, promovendo benefícios indiretos, como a redução da poluição e do tráfego rodoviário.

Indique qual o seu grau de concordância com a seguinte afirmação "Se existisse uma aplicação que me indicasse qual a carruagem menos ocupada ...pacto positivo na minha experiência de viagem".  
22 responses

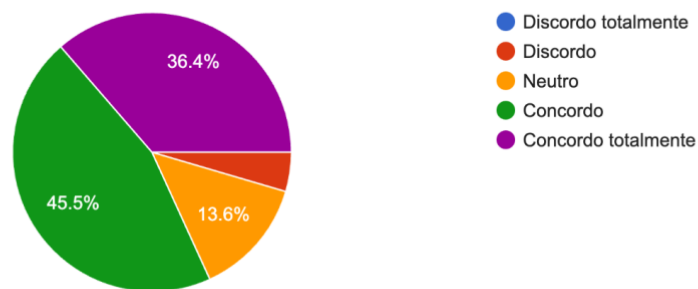


Figure 7 - Gráfico de concordância com a 1ª afirmação (Inquérito)

Indique qual o seu grau de concordância com a seguinte afirmação "Se existisse uma aplicação que me indicasse qual a carruagem menos ocupada...mboio/metro em vez de usar transporte próprio".  
22 responses

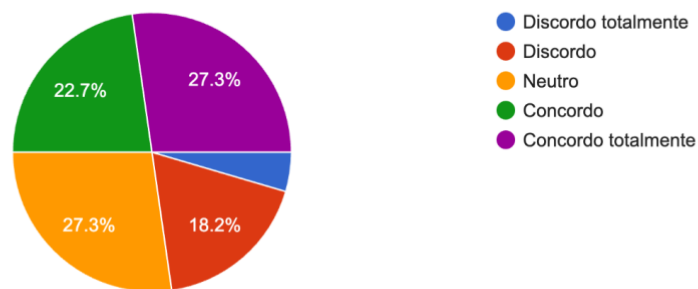


Figure 8 - Gráfico de concordância com a 2ª afirmação (Inquérito)

Com base no artigo e nos resultados do inquérito, conclui-se que o projeto não só responde a uma necessidade real dos utilizadores, como também apresenta um elevado potencial para aumentar o conforto e a sustentabilidade no transporte público.

A documentação completa do inquérito encontra-se na secção dos [Anexos](#).

## 2.2 Viabilidade

### 2.2.1 Viabilidade Técnica

O projeto baseia-se em tecnologias amplamente testadas e acessíveis:

- **Flutter:** Framework versátil para o desenvolvimento de aplicações móveis multiplataforma (Android e iOS), permitindo um único código-base.
- **Firebase:** Plataforma robusta para armazenamento de dados em tempo real, sincronização entre dispositivos e suporte a notificações.

Esta combinação será validada através de um protótipo interativo na fase inicial e de um protótipo funcional na fase final, sujeito a testes de aceitação pelos utilizadores.

### 2.2.2 Viabilidade Económica

A solução propõe-se como uma abordagem acessível e sustentável. Os custos iniciais de desenvolvimento podem ser minimizados utilizando ferramentas gratuitas ou de baixo custo, enquanto a manutenção futura poderá ser financiada por parcerias com operadores de transporte ou subsídios públicos.

Espera-se que a solução contribua para a redução de custos operacionais dos operadores de transporte e promova maior adesão ao transporte público.

### 2.2.3 Viabilidade Social

Os resultados dos inquéritos realizados indicam uma aceitação positiva do projeto por parte dos utilizadores, com benefícios diretos na melhoria da experiência de viagem e indiretos na sustentabilidade ambiental.

Reduz desconforto associado à sobrelotação e incentivo ao uso de transporte coletivo.

### 2.2.4 Viabilidade Ambiental

O projeto está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

**ODS 11:** Promover cidades inclusivas e sustentáveis, através de sistemas de transporte mais eficientes.

**ODS 13:** Reduzir emissões de CO2 ao incentivar o transporte coletivo em detrimento do transporte privado.

## 2.3 Análise Comparativa com Soluções Existentes

### 2.3.1 Soluções existentes

Atualmente, em Portugal, a CP disponibiliza informações básicas sobre horários e serviços, mas não fornece dados em tempo real sobre a ocupação das carruagens. Nos transportes urbanos de Lisboa, como o metro e os autocarros, também há falta de sistemas que integrem recomendações dinâmicas ou monitorização de lotação em tempo real.

Estes contrastam com iniciativas internacionais, como as de Londres, onde sistemas são usados para prever ocupações, e algumas redes ferroviárias da Ásia que já integram monitoramento em tempo real.

### 2.3.2 Análise de benchmarking

Table 1 - Tabela de comparação com soluções existentes

|   | Minha app | CP       |
|---|-----------|----------|
| Permite a seleção de uma origem e de um destino e demonstra as opções de viagem entre estas | <b>X</b>  | <b>X</b> |
| Indica o horário dos comboios   | <b>X</b>  | <b>X</b> |
| Oferece mais do que uma opção de escolha de viagem  | <b>X</b>  | <b>X</b> |
| Mostra a plataforma onde o utilizador se deve dirigir                                       | <b>X</b>  | -        |
| Mostra os detalhes dos comboios e das suas carruagens                                       | <b>X</b>  | -        |
| Alerta o utilizador caso haja indisponibilidade do transporte                               | <b>X</b>  | -        |

## 2.4 Proposta de inovação e mais-valias

O projeto diferencia-se por fornecer uma solução integrada e personalizada que combina dados em tempo real com recomendações dinâmicas. As principais mais-valias incluem:

- **Eficiência:** Redução do desconforto relacionado à sobrelotação.
- **Sustentabilidade:** Incentivo ao uso de transporte público, contribuindo para menores emissões de carbono.
- **Impacto Social:** Maior satisfação e confiança dos passageiros, aumentando a adesão ao transporte coletivo.

## 2.5 Identificação de oportunidade de negócio

O projeto possui potencial comercial como uma aplicação para ser licenciada a operadores de transporte público.

## 3 Especificação e Modelação

### 3.1 Análise de Requisitos

#### 3.1.1 Enumeração de Requisitos

Table 2 - Tabela de requisitos

| ID | Nome                            | Descrição   | Tipo          | Prioridade | Implementado |
|----|---------------------------------|---|---------------|------------|--------------|
| 1  | Recomendação de Carruagens      | A aplicação deve recomendar carruagens com base na menor lotação  | Funcional     | 1          | Não          |
| 2  | Planeamento de Viagem           | O sistema deve permitir ao utilizador introduzir origem e destino para planeamento.   | Funcional     | 1          | Sim          |
| 3  | Consulta de Horários            | O sistema deve permitir ao utilizador consultar horários dos comboios diretamente na aplicação                                  | Funcional     | 2          | Parcialmente |
| 4  | Seleção de Comboio Específico   | O utilizador deve poder selecionar um comboio específico para obter informações detalhadas sobre a ocupação das suas carruagens | Funcional     | 2          | Não          |
| 5  | Salvar Rotas Frequentes         | Deve ser possível salvar rotas frequentes para acesso rápido.   | Funcional     | 3          | Não          |
| 6  | Avisos de Alterações de Serviço | A aplicação deve exibir avisos sobre mudanças de horários ou greves nos transportes.  | Funcional     | 3          | Não          |
| 7  | Tempo de Resposta               | Tempo de resposta inferior a 2 segundos para consultas de ocupação.   | Não Funcional | 3          | Não          |
| 8  | Acessibilidade                  | Deve seguir diretrizes de acessibilidade, permitindo uso por pessoas com  | Não Funcional | 3          | Não          |



|    |                                |   |               |   |     |
|----|--------------------------------|---|---------------|---|-----|
|    |                                | deficiências visuais ou motoras.                                    |               |   |     |
| 9  | Login/Criação de Conta         | Deve oferecer possibilidade de fazer login/criar uma conta          | Não Funcional | 4 | Não |
| 10 | Configurações de Funcionamento | Deve ser possível alterar certas definições do funcionamento da app | Não Funcional | 5 | Não |

A prioridade dos requisitos é numerada de 1 a 5 sendo 1 prioridade máxima e 5 a prioridade mais baixa.

**Table 3 - Tabela de critérios de aceitação**

| ID | Nome                          | Descrição   | Crítérios de aceitação  |
|----|-------------------------------|---|---|
| 1  | Recomendação de Carruagens    | A aplicação deve recomendar carruagens com base na menor lotação  | A aplicação deve mostrar a carruagem menos ocupada em até 2 segundos.                       |
| 2  | Planeamento de Viagem         | O sistema deve permitir ao utilizador introduzir origem e destino para planeamento.   | O utilizador deve poder inserir origem e destino e ver as opções de comboios disponíveis.   |
| 3  | Consulta de Horários          | O sistema deve permitir ao utilizador consultar horários dos comboios diretamente na aplicação                                  | O utilizador deve poder consultar os horários dos comboios                                  |
| 4  | Seleção de Comboio Específico | O utilizador deve poder selecionar um comboio específico para obter informações detalhadas sobre a ocupação das suas carruagens | O utilizador deve poder escolher um comboio e ver detalhes sobre a ocupação das carruagens. |
| 5  | Salvar Rotas Frequentes       | Deve ser possível salvar rotas frequentes para acesso rápido.   | O utilizador deve poder salvar e aceder rotas frequentes.                                   |

|    |                                 |   |  |
|----|---------------------------------|---|--|
| 6  | Avisos de Alterações de Serviço | A aplicação deve exibir avisos sobre mudanças de horários ou greves nos transportes.                      | O utilizador deve receber notificações sobre alterações (atrasos, greves) enquanto são relevantes.   |
| 7  | Tempo de Resposta               | Tempo de resposta inferior a 2 segundos para consultas de ocupação.                                       | O sistema deve responder em menos de 2 segundos para 80% das interações.   |
| 8  | Acessibilidade                  | Deve seguir diretrizes de acessibilidade, permitindo uso por pessoas com deficiências visuais ou motoras. | A aplicação deve ser utilizável, sem dificuldade, por pessoas com deficiências visuais ou motoras.   |
| 9  | Login/Criação de Conta          | Deve oferecer possibilidade de fazer login/criar uma conta  | O utilizador deve ser capaz de criar uma conta ou fazer login rapidamente.<br><br>O processo de login/criação de conta deve ser simples e seguro.            |
| 10 | Configurações de Funcionamento  | Deve ser possível alterar certas definições do funcionamento da app                                       | O utilizador deve poder alterar as configurações (ex: notificações) facilmente.<br><br>As alterações feitas nas configurações devem ser salvas corretamente. |

### 3.1.2 Descrição detalhada dos requisitos principais

O principal requisito deste projeto é a capacidade de recomendar a carruagem menos lotada de um comboio. Para isso, o sistema integra dados de sensores ou APIs de monitorização de lotação, garantindo que as recomendações sejam precisas e rápidas. Este requisito tem como objetivo melhorar a experiência do utilizador, distribuindo os passageiros de forma mais eficiente, especialmente em horas de ponta.

Outro requisito essencial é o planeamento de viagens, permitindo ao utilizador inserir estações de origem e destino para obter sugestões de trajetos disponíveis. Além disso, o sistema deverá possibilitar a consulta de horários e a seleção de comboios específicos, apresentando informações detalhadas sobre a ocupação de cada carruagem.

### 3.1.3 Casos de Uso/*User Stories*

#### Caso de Uso: Recomendação de Carruagens Menos Cheias

- **Ator Principal:** Passageiro.
- **Objetivo:** Proporcionar ao passageiro uma viagem mais confortável, recomendando a carruagem menos ocupada com base em dados em tempo real.
- **Pré-condições:**
  - O utilizador deve inserir corretamente a origem e o destino.
  - Devem estar disponíveis dados de ocupação em tempo real para o comboio selecionado.
- **Fluxo Principal:**
  1. O utilizador abre a aplicação e seleciona a estação de origem e destino.
  2. O sistema recolhe dados de ocupação em tempo real através de sensores ou APIs externas.
  3. O sistema processa os dados de lotação das carruagens para o comboio correspondente.
  4. O sistema apresenta ao utilizador a recomendação da carruagem menos ocupada.
  5. O utilizador consulta a recomendação e segue para a carruagem indicada.
- **Pós-condições:**
  - O utilizador deve receber uma recomendação válida e baseada nos dados disponíveis.
  - A recomendação deve contribuir para uma distribuição mais eficiente dos passageiros ao longo do comboio.

## 3.2 Modelação

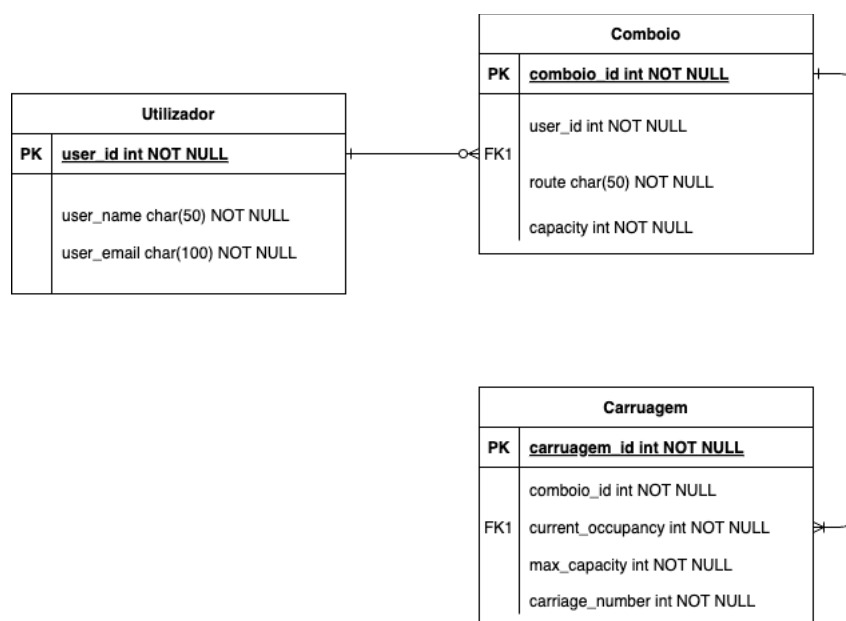


Figure 9 - Modelo entidade-relação

### 3.3 Protótipos de Interface

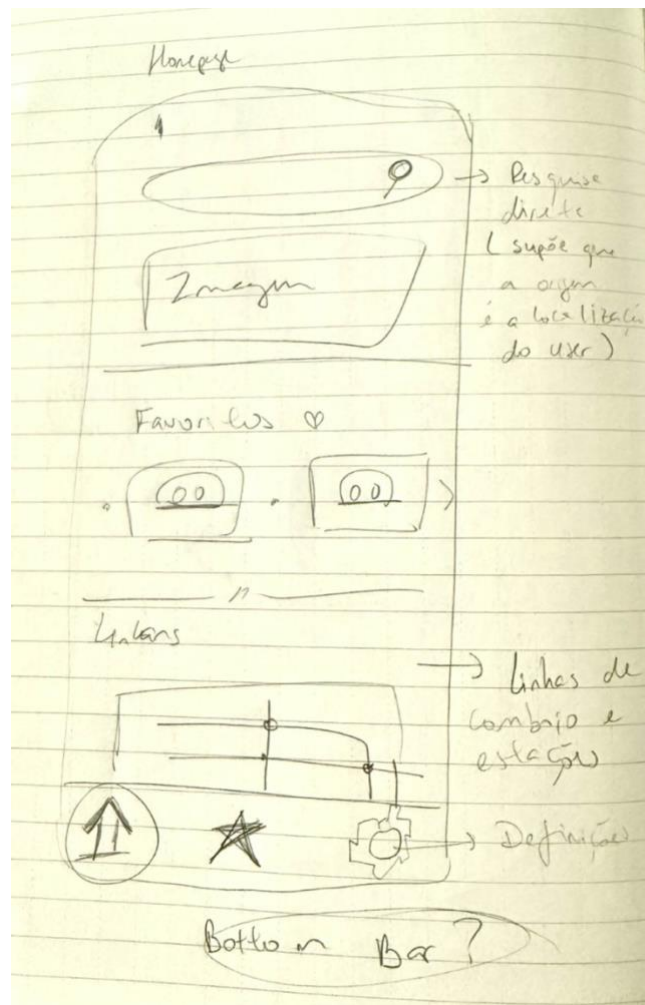


Figure 10 -Protótipo em papel do ecrã principal

No ecrã principal, foi pensado deixar um atalho de pesquisa para facilitar o seu uso, assim como acesso a estações mais frequentadas. Uma feature que é intencionada mais tarde e que está referida aqui na figura é a pesquisa assumir a localização do utilizador, sendo apenas necessário escrever o destino e automatizando o processo,

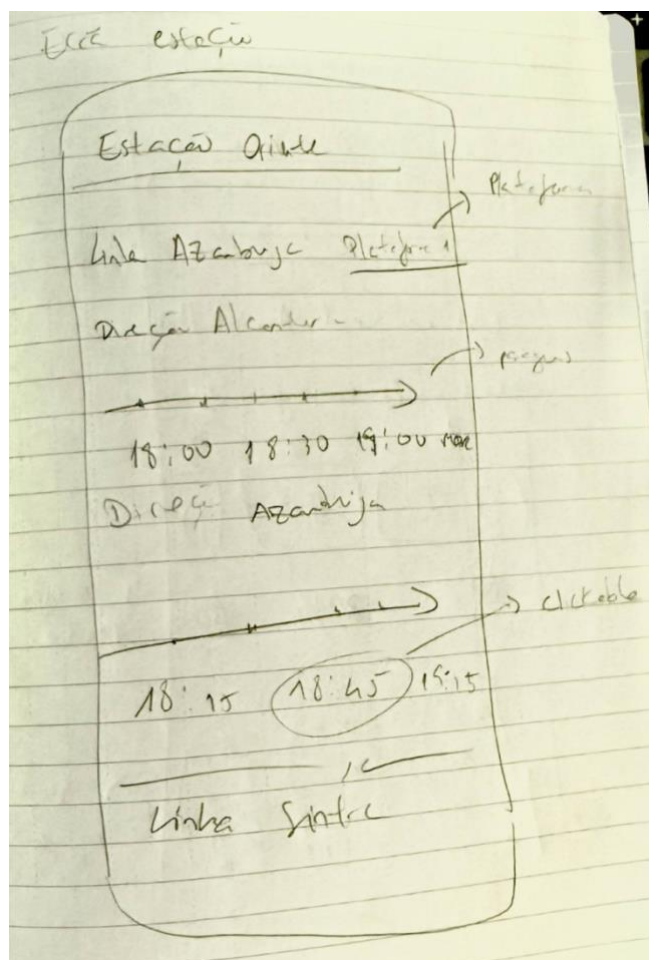


Figure 11 - Protótipo em papel do ecrã das estações

O ecrã das estações mostraria todos os comboios disponíveis e os seus horários assim como as linhas e estações que eles passam.

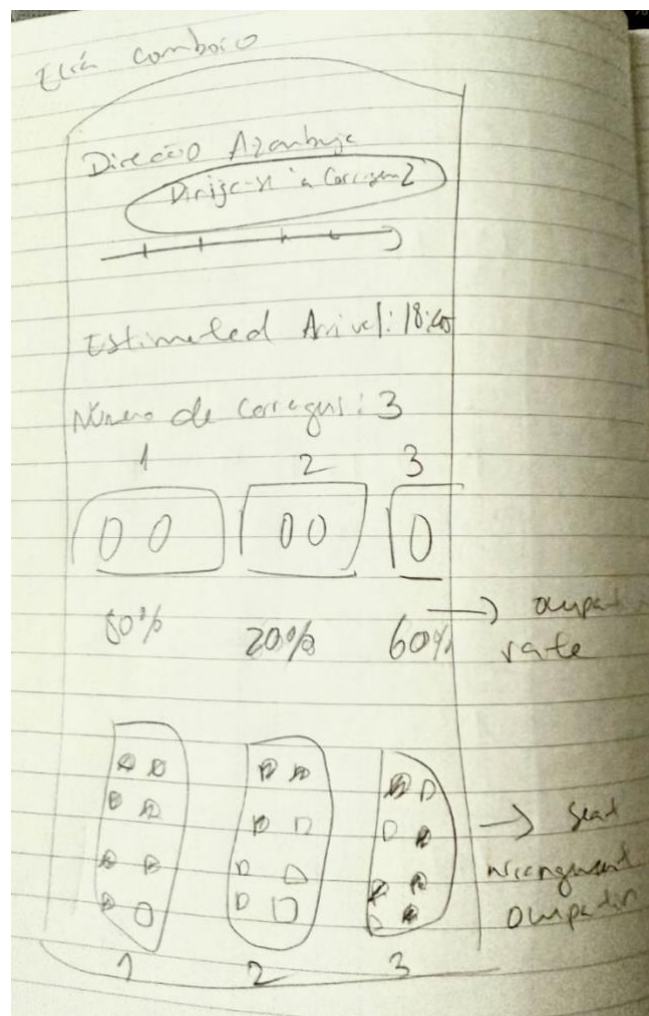


Figure 12 - Protótipo em papel do ecrã do comboio

Após esse ecrã seria direcionado ao ecrã do comboio onde seria sugerido em que carruagem escolher, assim como qual plataforma embarcar, a percentagem de ocupação de cada carruagem e ainda como estão espalhadas as pessoas.

## 4 Solução Proposta

### 4.1 Apresentação

A solução proposta consiste numa aplicação móvel que fornece informações em tempo real sobre a ocupação das carruagens de comboios e metros, recomendando ao utilizador a melhor opção para uma viagem confortável. Adicionalmente, permite o planeamento de viagens personalizadas, facilitando a escolha do transporte mais eficiente para o trajeto desejado.

De seguida seguem-se os links:

- [Repositório Github](#)
- [Documentação Trello](#)

### 4.2 Arquitetura

O Flutter será utilizado para o desenvolvimento multiplataforma, permitindo a criação de aplicações responsivas para Android e iOS com um único código-base, o que facilita a manutenção e garante uma experiência uniforme. Para o backend, Firebase será a plataforma escolhida, oferecendo armazenamento e sincronização de dados em tempo real, além de suportar funcionalidades como autenticação e notificações push.

### 4.3 Tecnologias e Ferramentas Utilizadas

A aplicação será desenvolvida utilizando Flutter, uma framework multiplataforma que permite a criação de interfaces de utilizador responsivas para sistemas Android e iOS com um único código-base. Esta escolha é justificada pela sua eficiência no desenvolvimento, simplicidade na manutenção e suporte ativo da comunidade, tornando-a uma solução económica e de alto desempenho. Para o armazenamento e sincronização de dados em tempo real, será utilizado o Firebase, uma plataforma confiável e escalável que facilita a integração de funcionalidades como autenticação, notificações push e análise de dados.

### 4.4 Ambientes de Teste e de Produção

Durante o desenvolvimento, a aplicação será testada no ambiente local utilizando IntelliJ IDEA como ambiente de desenvolvimento integrado (IDE). O IntelliJ oferece suporte



completo para o Flutter, o que facilita a escrita, depuração e teste da aplicação. Para emular os serviços do Firebase durante o desenvolvimento e garantir que a aplicação funcione corretamente antes de ser implantada, serão utilizados os emuladores do Firebase. Estes emuladores permitem simular o comportamento real da aplicação e do backend, permitindo que os testes sejam realizados de forma isolada e controlada, garantindo a funcionalidade da aplicação sem o risco de modificar os dados reais.

## **4.5 Abrangência**

No projeto, serão necessários os conhecimentos adquiridos nas seguintes unidades curriculares: Engenharia de Software, que forneceu as bases para a gestão do projeto e a utilização de metodologias ágeis, garantindo boa organização e documentação do código; Base de Dados, que foi essencial para o design do modelo de dados; e as unidades relacionadas com programação, que ajudaram no desenvolvimento da lógica por trás da aplicação.

## **4.6 Componentes**

### **4.6.1 Componente 1: Interface de Utilizador**

A interface de utilizador será desenvolvida utilizando Flutter e apresentar ao utilizador as informações de lotação das carruagens, as sugestões de viagens e a gestão das preferências.

A interface deve ser intuitiva, com design simples e direto, garantindo que o utilizador possa consultar facilmente as recomendações de carruagens e planejar viagens com base nas suas necessidades.

### **4.6.2 Componente 2: Firebase**

O Firebase será responsável por armazenar dados como as informações dos utilizadores, a lotação das carruagens e o histórico de viagens.

## **4.7 Interfaces**

Segue-se o ecrã principal onde se selecciona a estação de origem e a estação de destino.

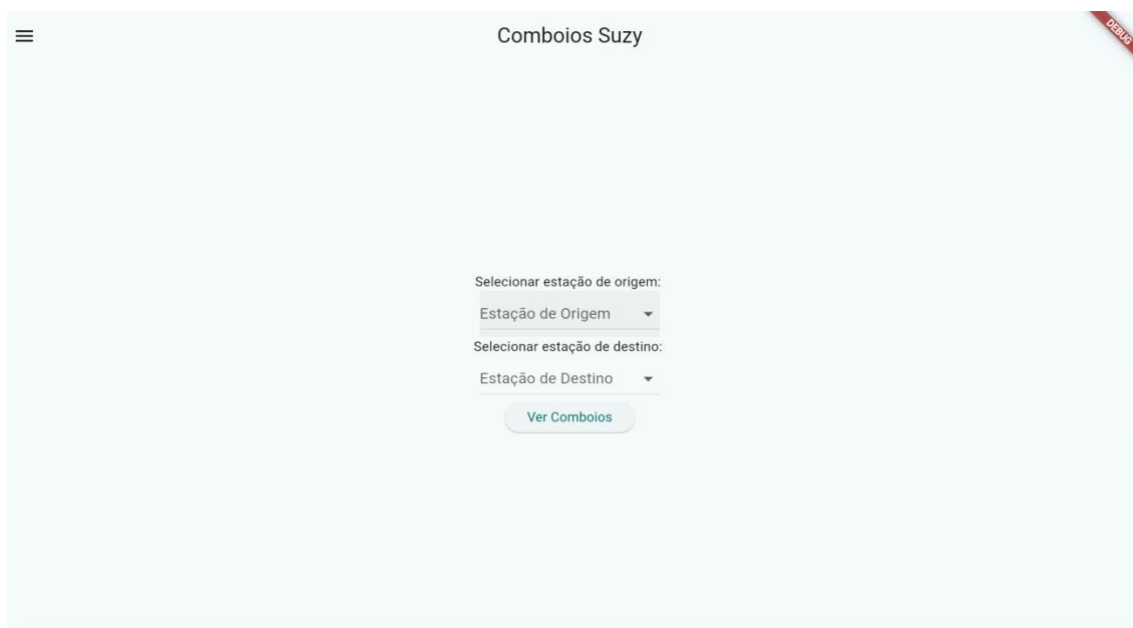


Figure 14 - Ecrã principal

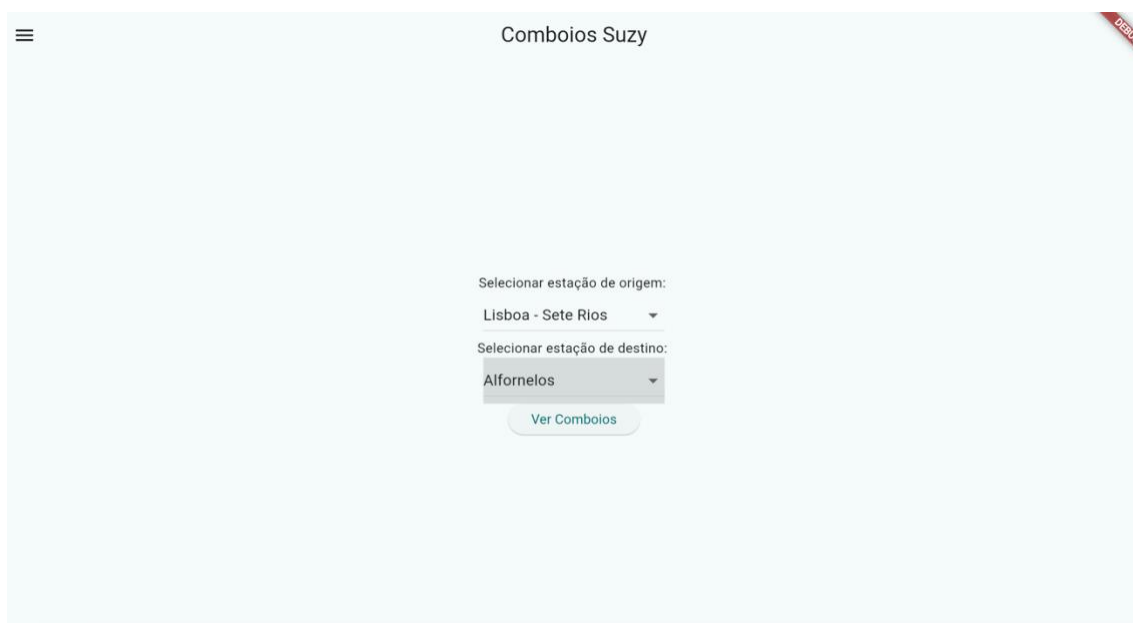


Figure 13 - Ecrã principal com origem e destino seleccionados

Ao carregar no botão *ver comboios* com a origem e destinos seleccionados, o utilizador é levado à página dos comboios, onde é indicado a percentagem de ocupação de cada carruagem assim como o seu horário.



Figure 15 - Ecrã de comboios

Como é possível observar, houve algumas alterações entre o protótipo em papel e a configuração dos modelos dos ecrãs

## 5 Testes e Validação

**\*\* Esta secção destina-se a avaliações futuras. \*\***

## 6 Método e Planeamento

### 6.1 Planeamento inicial

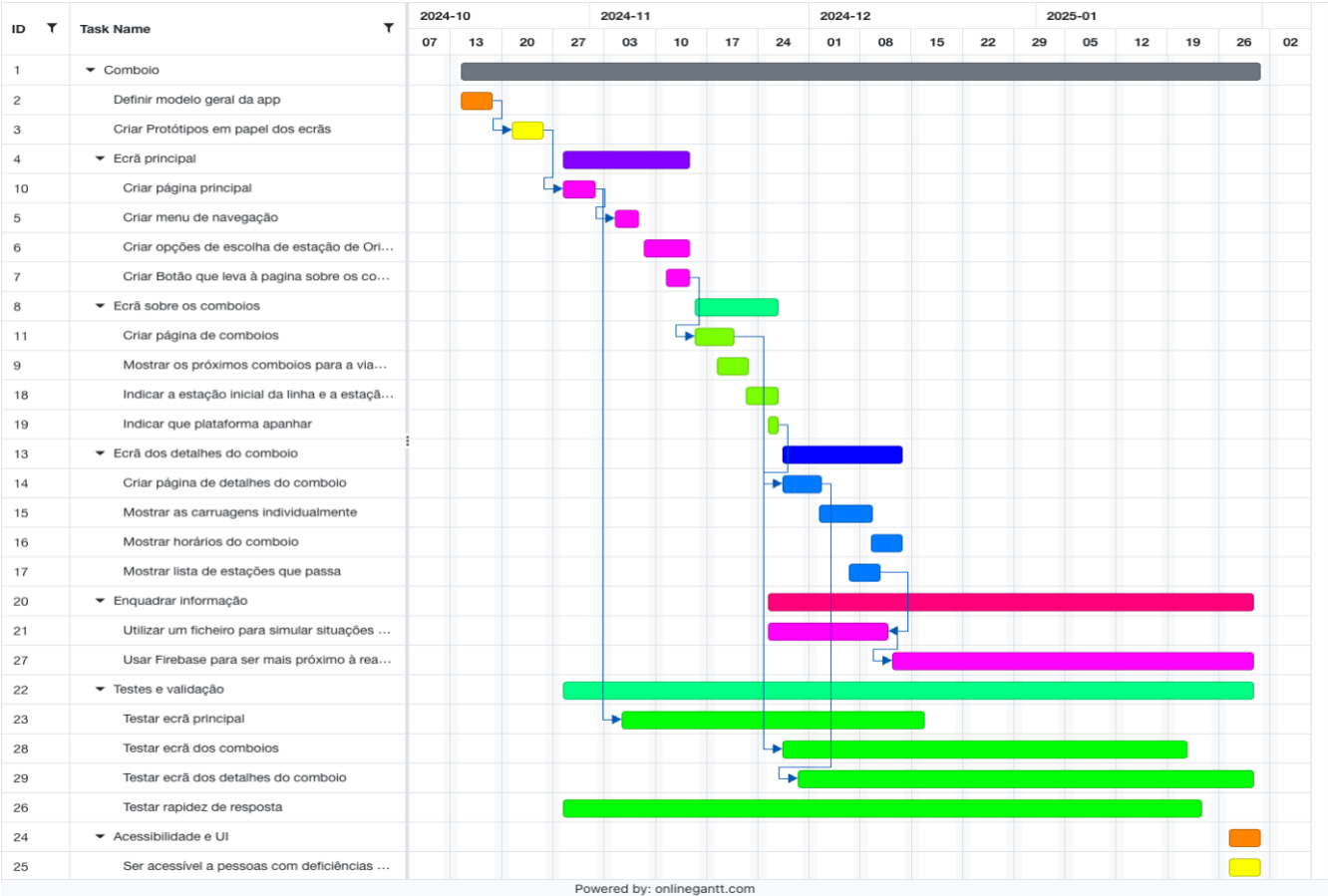


Figure 16 - Diagrama de Gantt

### 6.2 Análise Crítica ao Planeamento

**\*\* Esta secção destina-se a avaliações futuras. \*\***

## 7 Resultados

**\*\* Esta secção destina-se a avaliações futuras. \*\***

## 8 Conclusão

**\*\* Esta secção destina-se a avaliações futuras. \*\***

## Bibliografia

- [DEISI24] DEISI, Regulamento de Trabalho Final de Curso, Out. 2024.
- [ULHT21] Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, [www.ulusofona.pt](http://www.ulusofona.pt),  
acedido em Out. 2024.
- [1] International Association of Public Transport (UITP), *IMPROVING PASSENGER  
FLOW AND CROWD MANAGEMENT THROUGH TECHNOLOGY AND INNOVATION*,  
disponível em [https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2022/10/Report-  
PassengerFlow-Oct2022-v4b.pdf](https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2022/10/Report-PassengerFlow-Oct2022-v4b.pdf), acessado em Nov. 2024.



## Anexo 1 – Inquérito sobre a aplicação

| Timestamp           | Qual é a sua faixa etária? | Beneficia de algum desconto nos transportes públicos? | Qual é a sua ocupação? |
|---------------------|----------------------------|---|------------------------|
| 11/29/2024 17:30:14 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/29/2024 19:41:05 | Entre os 23 e 65 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/29/2024 19:49:37 | Entre os 23 e 65 anos      | Não   | Trabalhador            |
| 11/29/2024 20:08:57 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/29/2024 21:45:01 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/29/2024 21:57:18 | Entre os 23 e 65 anos      | Sim   | Trabalhador            |
| 11/29/2024 21:57:42 | Entre os 23 e 65 anos      | Não   | Trabalhador            |
| 11/29/2024 21:58:01 | Entre os 23 e 65 anos      | Sim   | Trabalhador            |
| 11/29/2024 22:32:35 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/30/2024 8:09:27  | Entre os 23 e 65 anos      | Não   | Trabalhador            |
| 11/30/2024 12:20:56 | Entre os 23 e 65 anos      | Não   | Estudante              |
| 11/30/2024 12:23:50 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/30/2024 13:04:55 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/30/2024 14:05:14 | Entre os 23 e 65 anos      | Não   | Estudante              |
| 11/30/2024 14:13:55 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/30/2024 14:41:25 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 11/30/2024 14:42:02 | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 12/1/2024 16:06:49  | Entre os 18 e 23 anos      | Sim   | Estudante              |
| 12/2/2024 18:23:09  | Entre os 23 e 65 anos      | Não   | Trabalhador            |
| 12/2/2024 18:26:23  | Entre os 23 e 65 anos      | Não   | Trabalhador            |
| 12/2/2024 18:40:26  | < 18 anos                  | Sim   | Estudante              |
| 12/2/2024 18:42:08  | Entre os 23 e 65 anos      | Não   | Trabalhador            |

## Glossário

|     |  |
|-----|--|
| LEI | Licenciatura em Engenharia Informática |
| LIG | Licenciatura em Informática de Gestão  |
| TFC | Trabalho Final de Curso                |
| CP  | Comboios de Portugal                   |