



**Ricardo Miguel Batista dos Santos**

Licenciado em Ciência e Engenharia Informática

## **Plataforma para promover a reciclagem através de técnicas de persuasão e crowdsourcing**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Informática**

Orientadora: Armanda Rodrigues, Professora Associada, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa  
Co-orientadora: Teresa Romão, Professora Associada, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Júri

Presidente: Name of the committee chairperson  
Arguentes: Name of a rapporteur  
Name of another rapporteur  
Vogais: Another member of the committee  
Yet another member of the committee



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Fevereiro, 2021**



## **Plataforma para promover a reciclagem através de técnicas de persuasão e crowdsourcing**

Copyright © Ricardo Miguel Batista dos Santos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa 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 objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



*Aos meus pais que sempre acreditaram neste sonho*



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais, ao meu irmão e à minha namorada que sempre acreditaram em mim e que me apoiaram em todo o meu percurso para conseguir chegar onde chego hoje. A eles o meu maior e eterno obrigado.

Agradeço também à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa pela oportunidade que me proporcionaram durante o meu percurso académico. Agradecer também às minhas orientadoras, a professora Armanda Rodrigues e a professora Teresa Romão por toda a ajuda e contribuição de ideias ao longo desta dissertação.

Quero também deixar o meu agradecimento à Amarsul por terem desde o início colaborado no fornecimento dos seus dados que foram bastante importantes para o desenvolvimento da aplicação e ao Departamento de Ambiente pela correção técnica. Também agradeço a todas as pessoas que participaram no teste de usabilidade, tendo contribuído também para os resultados desta dissertação.

Por último quero agradecer aos meus colegas de curso que me ajudaram ao longo destes cinco anos e que irei levar para a vida.



## RESUMO

---

A reciclagem é o processo que transforma materiais utilizados em novos produtos, com o objetivo de serem reutilizados e tem ganho importância no contexto atual e premente da preservação do meio ambiente e da reutilização dos seus recursos naturais. Apesar do crescimento do número de pessoas que faz a reciclagem, esta ainda não é adotada por todos os portugueses. Os serviços de reciclagem existentes não estão uniformizados por todo o país, muitas das vezes devido a serem o resultado de diversas parcerias entre câmaras municipais e um conjunto variado de companhias privadas. Para além disto, a tarefa de informar os utilizadores dos vários serviços existentes é mais complicada, devido à variedade de empresas que atuam nestes mercados. A falta de conhecimentos sobre regras e métodos de reciclagem também pode levar à desmotivação da população sobre este assunto.

Esta dissertação procura contribuir para o melhoramento deste processo, combinando informação sobre os diversos centros de reciclagem e serviços e utilizando técnicas de persuasão para motivar a população a mudar as suas atitudes e comportamentos sobre a reciclagem, através do desenvolvimento de uma aplicação móvel. O projeto recorre também a técnicas de *crowdsourcing* para utilizar a comunidade como fonte de dados, isto é, os utilizadores desta aplicação podem adicionar pontos de recolha que ainda não estejam disponíveis na aplicação, fornecendo dados como o seu estado, localização e fotografia, ou reportar anomalias que possam existir nos ecopontos existentes. Estas anomalias podem ser depois visualizadas, pelos responsáveis dos ecopontos, para procederem à sua resolução.

O objetivo desta plataforma móvel foi desenvolver um mapa interativo dos centros e serviços de reciclagem existentes, de maneira a informar os utilizadores das soluções de reciclagem que têm perto de si, através da localização capturada pelo seu dispositivo móvel, facilitando o processo de reciclagem para a população, e tornando as cidades mais limpas e amigas do ambiente. A aplicação de técnicas de persuasão permite que as pessoas se sintam mais motivadas em alterar os seus comportamentos e atitudes, para que se possa obter mais ações positivas por parte da população.

**Palavras-chave:** Reciclagem, Mapas interativos, Persuasão, Interação Pessoa-Máquina, Crowdsourcing, Sistemas de Informação Geográfica, Dispositivos Móveis

---

---

## ABSTRACT

---

Recycling is a concept that has emerged to emphasize the preservation of the environment and reutilization of its natural resources. There has been an increase in the number of people who do the recycling, but it is not yet adopted by everyone. The actual services of recycling are not standardized across the country, often due to the result of multiple partnerships between local governments and private companies. Moreover, the task of informing users about the existent services becomes complex due to the variety of companies performing on these market. The lack of knowledge about the recycling rules and methods leads to lack of motivation to perform it.

This dissertation comes to help in this process, combining information about the recycling process, rules, centers and its services, using persuasion techniques to encourage the population to change their attitudes and behaviours about recycling. This project also uses crowdsourcing techniques to collect information about the state and conditions of recycling centers, in order to become more efficient the problem resolution to the companies that manages those centers. Crowdsourcing techniques allows users to report the location of new recycling centers in their cities, as well as their current state (e.g. full, unclean), helping to make this information updated in the platform.

The main goal of this project is to develop an interactive map of recycling centers and services in a certain region, to inform users about the existent recycling solutions they have near to them, through the location provided by their smartphones, facilitating all the recycling process and making their cities cleaner and environmental-friendly. The use of persuasive techniques enables people's confidence in change their attitudes and behaviours, in order to obtain more positive actions.

**Keywords:** Recycling, Interactive maps, Persuasion, Human-Computer Interaction, Crowdsourcing, Geographic Information Systems, Smartphones

---



# ÍNDICE

<b>Lista de Figuras</b>	<b>xvii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xxi</b>
<b>Glossário</b>	<b>xxiii</b>
<b>Siglas</b>	<b>xxv</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Motivação e Descrição do problema . . . . .	1
1.2 Contexto . . . . .	2
1.3 Objetivos . . . . .	3
1.4 Principais Contribuições . . . . .	3
1.5 Estrutura do documento . . . . .	4
<b>2 Enquadramento teórico</b>	<b>7</b>
2.1 Fatores humanos em sistemas móveis . . . . .	7
2.1.1 Usabilidade . . . . .	7
2.1.2 Tecnologias de Persuasão . . . . .	9
2.1.3 Sistemas de Persuasão . . . . .	13
2.1.4 Interação Pessoa-Máquina em dispositivos móveis . . . . .	14
2.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIG) . . . . .	16
2.2.1 Cartografia . . . . .	16
2.2.2 Visualização de mapas em ambientes móveis . . . . .	18
2.3 Crowdsourcing . . . . .	18
2.3.1 Uso de smartphones para <i>crowdsourcing</i> . . . . .	19
2.3.2 Participação Pública em SIG (PPGIS) . . . . .	20
2.3.3 <i>Crowdmapping</i> . . . . .	21
2.4 Discussão . . . . .	21
<b>3 Trabalhos relacionados</b>	<b>23</b>
3.1 Aplicações de promoção da reciclagem . . . . .	23
3.1.1 iRecycle . . . . .	23
3.1.2 Recycle BinGo . . . . .	24

3.1.3	WasteApp	24
3.2	Mapas colaborativos	25
3.2.1	Waze	25
3.2.2	OpenStreetMap (OSM)	25
3.3	Conclusão	26
<b>4</b>	<b>Conceção da solução</b>	<b>27</b>
4.1	Requisitos	27
4.1.1	Requisitos funcionais	28
4.1.2	Requisitos não funcionais	29
4.1.3	Lógica de jogo	29
4.1.4	Requisitos de dados	31
4.2	Aplicação das técnicas de persuasão	32
4.3	Tecnologias	34
4.3.1	Tecnologias de <i>backend</i>	34
4.3.2	Tecnologias de <i>frontend</i>	35
4.4	Arquitetura	38
4.5	Conclusão	39
<b>5</b>	<b>Implementação da solução</b>	<b>41</b>
5.1	Design inicial da aplicação	41
5.1.1	Protótipos	42
5.1.2	Teste do protótipo com utilizadores	43
5.2	Base de dados	44
5.2.1	Modelação da base de dados	44
5.2.2	Obtenção dos dados da Amarsul	47
5.3	Implementação do servidor	47
5.3.1	Fluxo de comunicação Servidor-Cliente	48
5.3.2	Autenticação	50
5.3.3	Métodos de aprovação de pontos de recolha e <i>feedbacks</i>	52
5.4	Implementação do cliente	53
5.4.1	Design geral da aplicação	54
5.4.2	Design das funcionalidades	55
5.5	Conclusão	75
<b>6</b>	<b>Avaliação da plataforma</b>	<b>79</b>
6.1	Metodologia de avaliação	79
6.2	Caracterização da Amostra	80
6.3	System Usability Scale (SUS)	84
6.3.1	Resultados do System Usability Scale	85
6.4	Avaliação das funcionalidades	89
6.4.1	Mapa	89

---

6.4.2	Notificações	96
6.4.3	Família	99
6.4.4	Perfil	103
6.4.5	Meus pontos de recolha	107
6.5	Conclusão	109
<b>7</b>	<b>Conclusão e trabalho futuro</b>	<b>111</b>
7.1	Conclusão	111
7.2	Trabalho futuro	112
	<b>Bibliografia</b>	<b>115</b>
	<b>Apêndices</b>	<b>119</b>
<b>A</b>	<b>Storyboards do design do primeiro protótipo</b>	<b>119</b>
<b>B</b>	<b>Teste de usabilidade do primeiro protótipo</b>	<b>123</b>
<b>C</b>	<b>System Usability Scale</b>	<b>127</b>
<b>D</b>	<b>Diagrama Entidade-Relação da Base de Dados</b>	<b>129</b>
<b>E</b>	<b>Guião de teste para participantes voluntários</b>	<b>131</b>
E.1	Guião Utilizadores Voluntários	132
<b>F</b>	<b>Guião de teste para participantes peritos</b>	<b>137</b>
F.1	Guião Utilizadores Peritos	138
<b>G</b>	<b>Questionário de avaliação para participantes voluntários</b>	<b>143</b>
G.1	Questionário Utilizadores Voluntários	144
<b>H</b>	<b>Questionário de avaliação para participantes peritos</b>	<b>163</b>
H.1	Questionário Utilizadores Peritos	164
<b>I</b>	<b>Resultados teste de usabilidade - Participantes Voluntários</b>	<b>183</b>



## LISTA DE FIGURAS

2.1	Captology . . . . .	10
2.2	Functional Triad . . . . .	10
2.3	Passos no desenvolvimento de um sistema persuasivo, baseado em [33] . . . . .	14
2.4	Generalização cartográfica em Maine, EUA (retirado de [41]) . . . . .	17
2.5	Um smartphone está em constante movimento e detecção, fornecendo dados oportunistas que permitem novos serviços e aplicações [5]. . . . .	20
3.1	Aplicação Waze. Envio de alertas: em a) vista de navegação com as informações de trânsito, em b) alertas que o utilizador pode reportar, em c) formulário de inserção de incidente, podendo anexar fotografias e comentários opcionais . . . . .	25
4.1	Arquitetura da plataforma . . . . .	39
5.1	Mapa interativo da aplicação desenvolvida . . . . .	42
5.2	<i>Storyboard</i> referente à interação com os detalhes de um ecoponto escolhido do mapa . . . . .	42
5.3	Modelo Entidade-Relação da Base de dados . . . . .	45
5.4	<i>Query</i> customizada para obter os ecopontos mais próximos do utilizador, dado uma localização (parâmetro <i>geom</i> ) e um raio (parâmetro <i>range</i> ) como parâmetros . . . . .	50
5.5	Fluxo de interações entre os diferentes atores do tipo de <i>grant</i> utilizado ( <i>password grant</i> ) . . . . .	51
5.6	Tabelas que armazenam os <i>tokens</i> de autenticação e refrescamento . . . . .	52
5.7	Restrições de <i>layout</i> vertical e horizontal, retirado de <a href="https://developer.android.com/training/constraint-layout">https://developer.android.com/training/constraint-layout</a> (consultado em 2020) . . . . .	56
5.8	<i>Storyboard</i> referente às interações presentes na página de login da aplicação . . . . .	56
5.9	Página inicial da aplicação (depois do login) . . . . .	58
5.10	<i>Storyboard</i> referente à funcionalidade de filtragem . . . . .	59
5.11	<i>Storyboard</i> referente aos detalhes de um ecoponto . . . . .	60
5.12	<i>ViewPager</i> com a página de detalhes, <i>feedbacks</i> e rankings de um ecoponto . . . . .	61
5.13	<i>Storyboard</i> referente aos <i>feedbacks</i> reportados a um ecoponto . . . . .	61
5.14	<i>Storyboard</i> referente à classificação no ecoponto, tendo em conta os depósitos aí efetuados . . . . .	63
5.15	<i>Storyboard</i> referente ao registo de um depósito no ecoponto . . . . .	64
5.16	Depósito efetuado sem sucesso . . . . .	65

5.17 Storyboard referente à sincronização das localizações do utilizador . . . . .	65
5.18 O utilizador é notificado quando se deslocou perto de um ecoponto e não sincronizou as localizações manualmente dentro da aplicação . . . . .	67
5.19 Storyboard referente ao preenchimento do formulário de inserção de um novo ponto de recolha . . . . .	68
5.20 Página de notificações . . . . .	69
5.21 Storyboard referente às interações possíveis na página de notificações, como a aprovação de <i>feedbacks</i> e ecopontos . . . . .	70
5.22 Storyboard referente aos registos/associações a família e sua classificação . .	71
5.23 Storyboard referente à vizinhança da família . . . . .	72
5.24 <i>ViewPager</i> com a página de detalhes, <i>feedbacks</i> e rankings de um ecoponto . .	73
5.25 Storyboard referente à página do perfil de utilizador . . . . .	73
5.26 Storyboard referente à página do perfil de companhias . . . . .	74
5.27 Storyboard referente à filtragem dos pontos de recolha cujo utilizador é responsável . . . . .	75
5.28 Storyboard referente à edição das informações sobre o ponto de recolha . . .	76
6.1 Área de formação dos utilizadores voluntários . . . . .	81
6.2 Experiência de utilização de dispositivos móveis para os utilizadores voluntários . . . . .	82
6.3 Experiência na utilização de mapas em dispositivos móveis para os utilizadores voluntários . . . . .	82
6.4 Frequência da reciclagem pelos utilizadores voluntários . . . . .	83
6.5 Preocupação com práticas sustentáveis pelos utilizadores voluntários . . . .	83
6.6 Conhecimento dos utilizadores voluntários pelos serviços de reciclagem existentes na sua área de residência . . . . .	84
6.7 Classificação das pontuações do SUS, retirado de [15]. . . . .	85
6.8 Resultado do SUS para os participantes do teste de usabilidade . . . . .	87
6.9 Resultados para a pergunta sobre o local onde é possível registar os depósitos efetuados . . . . .	91
6.10 Facilidade na sincronização das localizações mais recentes . . . . .	92
6.11 Pergunta de escolha múltipla relativa às sincronizações de localizações . . .	93
6.12 Utilidade dos pontos de recolha estarem divididos por cores no mapa da rede de recolha, para os participantes voluntários . . . . .	95
6.13 Opinião dos participantes voluntários sobre a localização da página de aprovações . . . . .	97
6.14 Facilidade dos participantes voluntários para entenderem os pontos de recolha e <i>feedbacks</i> que estavam disponíveis para aprovação na sua área . . . . .	98
6.15 Resultados para a questão do significado de aceitar um <i>feedback</i> . . . . .	99
6.16 Interesse dos participantes voluntários para a funcionalidade da família . . .	100

6.17	Resultados da questão relativa ao significado dos pontos associados a cada membro, no ranking da sua família . . . . .	101
6.18	Resultados, para os participantes voluntários, sobre a utilidade do contexto de família na aplicação fomentar/aumentar ações de reciclagem . . . . .	102
6.19	Resultados para os participantes peritos para a questão relacionada com o significado de pertencer a uma vizinhança . . . . .	103
6.20	Interesse na visualização dos depósitos efetuados na aplicação, para os participantes voluntários . . . . .	105
6.21	Respostas dos participantes voluntários sobre a funcionalidade de dar um feedback reportado por si como resolvido . . . . .	105
6.22	Facilidade dos utilizadores o interagir menu de ajuda . . . . .	106
6.23	Facilidade de perceção do significado do menu de pontos de recolha, para participantes voluntários . . . . .	108
6.24	Interesse dos participantes voluntários em consultar os seus pontos de recolha distribuídos por região/cidade filtrada . . . . .	108
A.1	<i>Storyboard</i> referente ao design da funcionalidade de depósito de um resíduo quando o utilizador se encontra na proximidade de um ecoponto . . . . .	119
A.2	<i>Storyboard</i> referente ao design da funcionalidade da família. Um utilizador pode-se juntar a uma família já existente ou criar um nova família . . . . .	120
A.3	<i>Storyboard</i> referente ao design da funcionalidade de inserção de um novo ecoponto e a visualização de aprovações pendentes . . . . .	121
D.1	Diagrama da Base de dados . . . . .	129
I.1	Classificação Geral da facilidade de uso da aplicação para os participantes voluntários . . . . .	183
I.2	Facilidade da filtragem de pontos de recolha na aplicação pelos participantes voluntários . . . . .	183
I.3	Interesse dos participantes voluntários para o registo de materiais através dos depósitos . . . . .	184
I.4	Utilidade da pré-visualização de dados sobre um ponto de recolha . . . . .	184
I.5	Interesse dos participantes voluntários nas classificações/rankings em pontos de recolha . . . . .	184
I.6	Facilidade do preenchimento do formulário de inserção de um novo ponto de recolha . . . . .	185
I.7	Resultados para a pergunta sobre o significado dos pontos de recolha seguirem para aprovação após o preenchimento do formulário de inserção . . . . .	185
I.8	Utilidade da obtenção da localização corrente do utilizador . . . . .	185
I.9	Facilidade do utilizador de entender quais os feedbacks reportados ao ponto de recolha, para os participantes voluntários . . . . .	186

## LISTA DE FIGURAS

---

I.10	Facilidade dos participantes voluntários para entenderem a existência de três áreas distintas na página de notificações . . . . .	186
I.11	Interesse da funcionalidade de aprovações dos pontos de recolha e feedbacks para os participantes voluntários . . . . .	186
I.12	Resultados dos participantes voluntários para a questão do significado de aceitar um ponto de recolha . . . . .	187
I.13	Facilidade da partilha do código de família para os participantes voluntários	187
I.14	Facilidade para os participantes voluntários a entenderem a diferença entre ranking mensal e global no contexto da sua vizinhança . . . . .	187
I.15	Facilidade para os participantes voluntários da visualização da sua vizinhança no mapa . . . . .	188
I.16	Facilidade em visualizar os dados pessoas, para participantes voluntários . .	188
I.17	Entedimento dos participantes voluntários sobre o local de alteração da fotografia do perfil . . . . .	188
I.18	Utilidade das estatísticas sobre os depósitos efetuados, para os participantes voluntários . . . . .	189
I.19	Facilidade dos participantes voluntários sobre a visualização dos seus feedbacks reportados a pontos de recolha . . . . .	189
I.20	Facilidade dos participantes peritos para consultarem os superivores associados à sua companhia . . . . .	189
I.21	Resultado para os participantes peritos sobre o significado dos supervisores da companhia . . . . .	190
I.22	Facilidade dos participantes peritos para associarem novos supervisores à companhia . . . . .	190
I.23	Facilidade de filtragem dos pontos de recolha, para participantes voluntários	190
I.24	Facilidade dos participantes voluntários em visualizar os pontos de recolha inseridos previamente por si . . . . .	191
I.25	Facilidade dos participantes voluntários em adicionarem novos contentores a um ponto de recolha já inserido por si na aplicação . . . . .	191
I.26	Facilidade dos participantes voluntários em alterarem o estado e privacidade de um dos seus pontos de recolha . . . . .	191

## LISTA DE TABELAS

2.1	Padrões de desenho de interfaces e correspondentes áreas dos problemas. Baseado em [30] . . . . .	15
6.1	Resultados do SUS para os participantes voluntários . . . . .	86
6.2	Resultados do SUS para os participantes peritos . . . . .	86



## GLOSSÁRIO

Graus decimais	Expressam coordenadas geográficas (latitude e longitude) na forma de fração decimal.
Material Design	Sistema de linhas orientadores, componentes, e ferramentas que suportam as melhores práticas de interface do utilizador
MVC	Model-View-Controller, padrão arquitetural que separa o desenvolvimento de <i>software</i> em 3 camada distintas mas interligadas. A apresentação dos dados e interação dos utilizadores com o <i>software</i> é separada da camada que interage com a base de dados.
Panning	Interação, no mapa, de arrastar horizontal ou verticalmente o mapa, permitindo ver outras zonas do mesmo
REST	Representação Transacional de Estado, é uma arquitetura utilizada para a criação de serviços na web e que define um conjunto de restrições na manipulação dos dados a que acede. O REST permite a interoperabilidade entre computadores na internet.
SDK	Kit de Desenvolvimento de Software, é um conjunto de ferramentas para um determinado <i>software</i> , que facilita a sua integração e encoraja o seu uso
Zooming	Interação, no mapa, que permite aproximar ou afastar do mapa, aumentando e diminuindo o nível detalhe, respetivamente



## SIGLAS

ACID	Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade
API	Interface de Programação de Aplicações
CRUD	<i>Create, Read, Update, Delete</i>
DAO	<i>Data Access Object</i>
DTO	<i>Data Transfer Object</i>
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
JDBC	Java Database Connectivity
JPA	Java Persistence API
ORM	<i>Object-Relational Mapping</i> - Mapeamento de Objetos Relacional
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>



## INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a motivação e a descrição do problema em causa, o contexto em que a dissertação está integrada, os objetivos a que a esta se propõe e as principais contribuições do trabalho desenvolvido.

### 1.1 Motivação e Descrição do problema

Os recursos naturais são cada vez mais escassos no nosso planeta, e para além de ser necessário fazer um uso sustentado destes, é também preciso fazer uma maior reutilização dos materiais, para que o seu tempo de vida útil possa ser também mais alargado. Uma das formas de aumentar o tempo de vida dos materiais é recorrendo à reciclagem dos mesmos.

A reciclagem é o processo que transforma materiais utilizados em novos produtos, com o objetivo de serem reutilizados. É então facilmente perceptível as vantagens que existem quando fazemos a reciclagem para a preservação do meio ambiente [22].

Apesar disto, os portugueses produzem cada vez mais lixo doméstico e efetuam cada vez menos a reciclagem. É necessário atuar forte e rapidamente neste campo, educando e sensibilizando as pessoas para uma utilização sustentável dos recursos do nosso planeta, consciencializando-as das consequências dos seus hábitos para o futuro do mesmo [27, 32].

Em Portugal, os serviços de reciclagem são realizados através de parcerias entre as câmaras municipais e companhias privadas, o que leva a que estes não estejam padronizados, tornando difícil informar os utilizadores de uma forma simples e que funcione de igual forma para todas as companhias que fazem a gestão da reciclagem. Para além disto, a falta de conhecimento das regras e métodos de reciclagem leva também à falta de motivação da população para a sua realização.

O problema a ser resolvido nesta dissertação passou por encontrar uma estratégia que disponibiliza à população informação verídica e fiável dos processos de reciclagem, de maneira a que estas se sintam mais motivadas e que promova e facilite a reciclagem. Além do mais, integrando os utilizadores neste processo, quando são estes a manter estas informações atualizadas, faz com que se sintam mais úteis e envolvidos nesta atividade de promover a adopção de práticas sustentáveis.

A tecnologia pode ter um papel fulcral na resolução destes problemas, uma vez que é utilizada pela maioria das pessoas no seu dia-a-dia, principalmente através da utilização de *smartphones*. Estima-se que em 2021 mais de 3.5 mil milhões de pessoas utilizem *smartphones* diariamente [37]. Esta forte utilização pode ser usada para motivar e persuadir as pessoas a cuidarem do ambiente em que vivemos. Através disto pode-se informar e consciencializar a população de maneira a tornarem a reciclagem uma atividade que faça parte do seu dia-a-dia.

### 1.2 Contexto

Esta dissertação é um projeto integrado no *NOVA LINCS - Laboratory for Computer Science and Informatics* do Departamento de Informática em colaboração com o Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, da Universidade Nova de Lisboa.

Este projeto teve desde o início a contribuição da Amarsul<sup>1</sup>, uma empresa que atua no mercado da gestão de resíduos sólidos urbanos na margem sul do Tejo. Esta forneceu os primeiros dados sobre ecopontos que estão disponíveis na aplicação, tendo sido fundamental para a modelação da base de dados e a sua primeira população. Os dados fornecidos pela Amarsul referem-se essencialmente à localização espacial dos ecopontos, os tipos de materiais que são aí depositados e as datas de recolha destes. Além do mais, a Amarsul atualiza diariamente estes dados, fornecendo, praticamente em tempo real, informação atualizada sobre os seus ecopontos.

A plataforma desenvolvida no âmbito do projeto encontra-se dividida em duas componentes, que entre si, pretendem promover e facilitar a reciclagem e comportamentos sustentáveis, através do uso da tecnologia. A componente desenvolvida nesta dissertação focou-se na implementação de um sistema espacial, onde os utilizadores podem visualizar os ecopontos que têm mais perto de si, baseado na sua localização corrente. Para além disto, os utilizadores podem ainda contribuir para manter os dados da aplicação atualizados, reportando anomalias que encontrem nos pontos de recolha. Esta componente tem ainda uma vertente de gamificação associada, onde os utilizadores registam os depósitos que efetuam nos ecopontos, competindo por pontos em comunidade. A outra componente consiste num jogo sério com o objetivo de educar e motivar as pessoas a seguirem práticas sustentáveis. Esta está a ser desenvolvida pelo aluno Francisco Gouveia, também

---

<sup>1</sup><http://www.amarsul.pt/>

na sua dissertação de mestrado, intitulada de "*Developing a Lusory Platform to Promote and Facilitate Recycling*" [13].

### 1.3 Objetivos

Esta dissertação teve como objetivo a promoção da reciclagem através do desenvolvimento de uma aplicação móvel. Esta plataforma utiliza isso técnicas de persuasão com o objetivo de alterar as atitudes e comportamentos das pessoas, de maneira a que estas sejam mais participativas em atividades relacionadas com o ambiente.

Nesta aplicação é possível explorar e interagir com os diferentes centros e serviços de reciclagem que existem, através de um mapa interativo que disponibiliza esta informação. Para além da visão espacial dos ecopontos, os utilizadores podem contribuir para o crescimento e manutenção dos dados da aplicação atualizados, através de *crowdsourcing*. Para tal, os utilizadores podem inserir pontos de recolha que ainda não estejam registados na aplicação, nomeadamente em áreas onde não existam ainda dados fornecidos pelas entidades responsáveis pela gestão dos resíduos urbanos. Para além desta funcionalidade, os utilizadores podem contribuir para o tratamento de problemas que existam com os pontos de recolha, reportando anomalias que encontrem nestes. Esta informação é depois veiculada para os responsáveis do ponto de recolha, de maneira a que estes procedam ao tratamento do problema. A utilização do *crowdsourcing* tem como principal objetivo manter os utilizadores incluídos neste processo, motivando-os a participar ativamente na resolução de problemas.

A aplicação dispõe ainda de uma componente de gamificação, cujo objetivo é motivar os utilizadores a reciclar, através da competitividade que esta componente proporciona. Os utilizadores registam os depósitos efetuados nos ecopontos, e competem entre si, por pontos na aplicação.

Esta aplicação incorpora os dados provenientes da Amarsul, como localização, periodicidade das recolhas e materiais recolhidos nos ecopontos, fornecendo aos utilizadores informação real e fidedigna, com o objetivo de os manter motivados a participar em atividades sustentáveis. Os dados inseridos pela comunidade são ainda verificados por administradores do sistema, ou por um conjunto de utilizadores, de maneira a manter também estes fiáveis para a comunidade.

### 1.4 Principais Contribuições

Como resultado do trabalho desenvolvido nesta dissertação, as suas contribuições são as seguintes:

- Disponibilizar uma visão espacial das soluções de reciclagem existentes, que contém informação completa e atualizada sobre os ecopontos;
- Uma base de dados com informação atualizada dos pontos de recolha;

- Arquitetura *standard* de modelação dos dados, capaz de incorporar dados provenientes do *crowdsourcing* e de restantes companhias certificadas;
- Lógica de jogo associada às reciclagens efetuadas pelos utilizadores, e sua implementação;
- Uma aplicação móvel que informa a população sobre os serviços de reciclagem que existem à sua volta;
- Utilização de técnicas de persuasão que permitem manter os utilizadores motivados a participar em atividades sustentáveis, nomeadamente a reciclagem;
- Avaliação da plataforma desenvolvida, por participantes voluntários e peritos, que permitiu identificar os pontos positivos e as dificuldades na utilização da aplicação;

### 1.5 Estrutura do documento

Este documento encontra-se dividido nos 7 seguintes capítulos:

- **Introdução:** O primeiro capítulo descreve a motivação e a descrição do problema, o contexto, os objetivos e as contribuições do resultado desta dissertação. É também descrita a própria organização do documento;
- **Enquadramento Teórico:** O segundo capítulo faz um enquadramento dos temas que foram abordados na dissertação, entre eles: a Usabilidade e Tecnologias e Sistemas de persuasão, Sistemas de Informação Geográfica e *Crowdsourcing*;
- **Trabalhos relacionados:** O terceiro capítulo apresenta várias aplicações relacionadas com o tema desta dissertação, especialmente no que diz respeito às suas funcionalidades base, como a localização espacial e o *crowdsourcing*. Este capítulo foi dividido em dois tipos de aplicações, as aplicações relacionadas no âmbito da promoção da reciclagem e as aplicações com mapas interativos e técnicas de *crowdsourcing*;
- **Conceção da Solução:** o quarto capítulo descreve o processo de conceção da solução, onde foram definidos os requisitos funcionais, de dados, e da lógica do jogo, a definição das tecnologias utilizadas e ainda a arquitetura utilizada no desenvolvimento da plataforma;
- **Implementação da solução:** O quinto capítulo descreve de forma pormenorizada os detalhes de implementação mais relevantes, quer para o *backend*, quer para o *frontend*, que foram desenvolvidos. No início deste capítulo é ainda detalhado o processo inicial de desenho das principais páginas da aplicação;
- **Avaliação da plataforma:** No sexto capítulo são apresentados os resultados do teste de usabilidade elaborado para a avaliação da aplicação desenvolvida;

- **Conclusão e Trabalho Futuro:** O sétimo, e último, capítulo apresenta as conclusões gerais obtidas na dissertação, assim como futuros melhoramentos que deverão ser efetuados nas próximas iterações de desenvolvimento da aplicação.



## ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo é abordado o estado da arte relacionado com os temas da dissertação. A primeira secção 2.1 aborda os fatores humanos em sistemas móveis, nomeadamente a importância da usabilidade das interfaces das aplicações na experiência de utilização, e também da utilização de técnicas de persuasão para alterar comportamentos das pessoas, através do uso das tecnologias. Em seguida, a secção 2.2 descreve o que são Sistemas de Informação Geográfica, a partir dos livros de Michael Worboys e Matt Duckham em *GIS: A computing perspective* [41] e de Longley et al. em *Geographic Information Science and Systems* [24]. Na secção 2.3 é abordado o *crowdsourcing*, a colaboração entre a comunidade. A última secção 2.4 faz um sumário sobre o estado da arte desenvolvido.

### 2.1 Fatores humanos em sistemas móveis

Com os avanços tecnológicos que se fizeram, e se fazem sentir hoje em dia, rapidamente se tornou popular o acesso e a produção de informação digital, em qualquer lado e em qualquer momento, assim como a comunicação e a colaboração entre todas as pessoas.

Devido a este forte crescimento na utilização das novas tecnologias, em particular, dos dispositivos móveis, é necessário compreender os problemas dos utilizadores na execução das tarefas que estes efetuam nos seus dispositivos. A usabilidade das interfaces das aplicações refere-se à facilidade com que um utilizador usa e acede a um produto.

A tecnologia pode ainda ser utilizada para criar meios de persuasão, que têm como objetivo alterar comportamentos das pessoas.

#### 2.1.1 Usabilidade

A definição oficial de usabilidade, de acordo com o ISO 9241-11 [9], é “a medida em que um produto pode ser usado por utilizadores específicos para atingir objetivos específicos,

com eficácia, eficiência e satisfação num contexto específico de utilização".

Uma interface utilizável deverá ter como resultados:

- Ser fácil para o utilizador se tornar familiar e competente durante a primeira utilização com a interface;
- Ser fácil para o utilizador atingir os seus objetivos;
- Ser fácil para o utilizador se lembrar da interface e como a usar nas visitas seguintes que efetuar.

A engenharia de usabilidade (*usability engineering*) proposta por Nielsen [29] é um método que torna uma aplicação mais fácil de usar, eficiente e eficaz, e de acordo com Looije et al. [25] é baseada em três princípios: 1) Importância inicial e contínua aos utilizadores nas tarefas que estes executam; 2) Medições empíricas e 3) Design iterativo.

Merick et al. [12] apresenta três tipos de desafios de usabilidade: desafios técnicos, sociais e do ambiente onde a aplicação é utilizada. Desafios técnicos de dispositivos móveis estão associados, por exemplo, ao tamanho limitado do ecrã. Os desafios sociais dizem respeito à privacidade, conforto e personalização que devem ser endereçados no desenvolvimento de aplicações. A capacidade de personalização de uma aplicação pode fazer aumentar o conforto e a aceitação dos dispositivos móveis pelos seus utilizadores [25]. Os desafios do ambiente incluem o contexto de mobilidade do utilizador, as condições do ambiente, como temperatura e luz, e todo o tipo de restrições físicas e psicológicas do utilizador.

### 2.1.1.1 Usabilidade em interfaces com mapas

Cada vez mais as pessoas utilizam smartphones para as suas atividades do dia-a-dia, e existem muitos problemas na utilização de diversas aplicações, especialmente no que a tarefas espaciais diz respeito. Muitos desses problemas devem-se à pequena dimensão do ecrã destes dispositivos, que pode dificultar a execução dessas tarefas. Um exemplo destes problemas ocorre quando existem interações de **Zooming** e **Panning**, bastante frequentes neste tipo de sistemas, e que podem confundir os utilizadores em termos do conhecimento espacial adquirido. Outro dos problemas que se deve ter em conta neste tipo de interfaces é o nível de detalhe de algumas componentes dos mapas, como a localização corrente do utilizador ou a marcação de pontos de interesse, que necessitam de ser representados no contexto de mobilidade da aplicação [18].

Para fazer reduzir a ocorrência destes problemas, uma solução consiste em desenvolver testes de usabilidade que servem como métodos para avaliar a experiência do utilizador e detetar a ocorrência de erros no desenho da interface, de acordo com Thanachan et al. [39]. Este estudo concluiu que aplicações que executam testes de usabilidade antes de serem expostas ao público têm melhores resultados de experiência e facilidade de utilização, quando comparadas com aplicações que não fazem esses testes. A complexidade das

interfaces móveis, mais especificamente as de serviços de mapas, torna ainda maior a desistência de utilização por parte de pessoas com dificuldade no uso destas tecnologias.

Apesar de existirem vários estudos no desenvolvimento e implementação de sistemas móveis baseados em mapas, não é dada muita atenção à avaliação da usabilidade destes sistemas na indústria, o que faz com que ainda existam muitos sistemas que continuam com problemas de usabilidade, o que leva a que a interação e a utilização destes não seja trivial para todas as pessoas [18].

A usabilidade de mapas em dispositivos móveis depende diretamente da interação com um dispositivo móvel, da própria interação com um mapa e da visualização de informação nos mapas. A usabilidade determina, em grande parte, o sucesso de produtos e serviços que são baseados nas tecnologias de informação [25]. A interatividade em mapas permite aos utilizadores comunicarem com as representações presentes no mapa, como detalhar pontos de interesse ou percorrer o mapa com interações de *zooming* ou *panning*.

De acordo com vários autores, como Crampton [6], é possível distinguir vários níveis de interação dos utilizadores com os mapas. Um baixo nível de interação permite ao utilizador apenas visualizar o mapa, como por exemplo mapas estáticos que não podem ser alterados. Um maior nível de interatividade permite aos utilizadores ajustarem algumas definições no mapa, como níveis de detalhe, temas, cores, ângulo de vista ou escala. Este nível utiliza uma base de dados baseada em SIG, e os utilizadores usam o mapa como ferramenta de exploração e análise [35].

### 2.1.2 Tecnologias de Persuasão

As tecnologias de persuasão são métodos que pretendem alterar atitudes e comportamentos da sociedade através da utilização de tecnologias interativas[10]. A tecnologia por si só não se qualifica como um meio de persuasão, pois as máquinas não declaram, por si, intenções. A persuasão acontece quando alguém cria ou adota a tecnologia com a intenção de mudar atitudes e comportamentos das pessoas num determinado âmbito. Um dispositivo será classificado como "persuasivo" dependendo do seu contexto de criação, distribuição e adoção do mesmo [10].

O termo "Captology" (Computador como tecnologia persuasiva), representado na figura 2.1, foi introduzido por Fogg e descreve-se como a área comum às tecnologias da computação e à persuasão [10]. Para esta ideia Fogg propôs três tipos de intenções persuasivas: endógeno, exógeno e autogeno. Endógeno refere-se à intenção dos designers de criar tecnologias com a intenção de persuadir os utilizadores de alguma maneira (quem **cria**). A intenção exógena existe quando alguém tenta mudar os comportamentos e atitudes de outra através de tecnologias de computação (quem **distribui**). Quando uma pessoa utiliza a tecnologia para mudar os seus comportamentos e atitudes diz-se que teve uma intenção autogena (quem **adota**). Ou seja, a intenção de Fogg ao propor o *Captology* era de entender como as pessoas se sentem motivadas e como as persuadir a uma atitude ou

comportamento, quando interagem com as tecnologias.

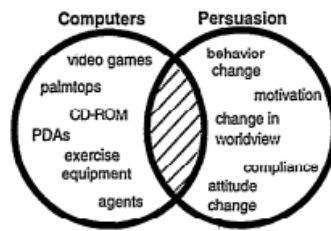


Figura 2.1: Captology

Fogg desenvolveu também uma *framework*, conhecida como *Functional Triad* [10] e representada na figura 2.2, para poder explicar quais as funções das tecnologias de computação quando estas atuam como agentes de persuasão. Estas podem ter a função de ferramenta, meio ou atores sociais, e ajudam a entender a perspectiva de como os utilizadores veem ou utilizam as tecnologias. Como **ferramentas**, as tecnologias de persuasão permitem aos utilizadores aumentar a sua produtividade e fazer tarefas que não conseguiam fazer antes ou fazê-las mais facilmente. Como **meio de persuasão**, as tecnologias permitem fornecer novas experiências, que através da simulação de ambientes reais podem conseguir prever o resultado de determinada ação. Como **atores sociais**, as tecnologias persuasivas aproximam-se mais do utilizador, quer por adotarem características físicas, quer através do estreitamento de relações com os seus utilizadores.

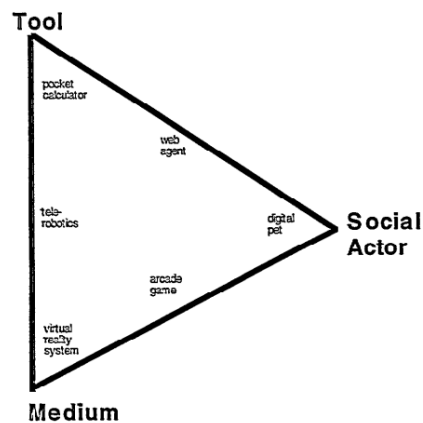


Figura 2.2: Functional Triad

### 2.1.2.1 Ferramentas de persuasão

Uma ferramenta de persuasão é um produto interativo, que é desenhado para mudar atitudes e comportamentos, fazendo com que o objetivo final de uma tarefa seja atingido mais facilmente [11]. A sua principal funcionalidade é a de permitir um aumento na capacidade de um utilizador executar determinada tarefa. Existem sete tipos diferentes de ferramentas de persuasão [10]:

- **Reduction:** o objetivo é tornar tarefas mais complexas em tarefas de execução mais simples, o que permite ao utilizador uma maior eficácia e eficiência na utilização da aplicação, permitindo atitudes mais positivas da parte deste em relação à aplicação;
- **Tunneling:** tem como propósito guiar os utilizadores, através de processos e experiências, que fornecem oportunidades de persuasão ao longo do processo. Facilita a execução de tarefas pelos utilizadores, que caso contrário poderiam não conseguir executá-las;
- **Tailoring:** ferramenta de persuasão que utiliza a personalização para se ajustar às necessidades e/ou interesses do utilizador. Assim, permite uma maior persuasão do utilizador, visto o conteúdo ser ajustado a si e não sendo apresentados dados, que possam ser irrelevantes para este;
- **Suggestion:** intervenção com recomendações, para determinadas ações, no tempo correto. Permite um maior poder de persuadir no momento oportuno;
- **Self-monitoring:** permite a auto-monitorização dos dados por si gerados. Fornecendo os dados aos utilizadores sobre as suas ações, permite que estes alterem os seus comportamentos de acordo com os mesmos, a fim de atingirem um determinado objetivo;
- **Surveillance:** acesso a informação de outros utilizadores, o que aumenta a possibilidade de atingir um objetivo através da observação de outros utilizadores. Uma pessoa é mais propensa, quer a atingir um objetivo, quer a ter comportamentos compatíveis com o esperado, quando sabe que está a ser observada. É o método de persuasão mais utilizado no mercado;
- **Conditioning:** recompensar as ações complexas que os utilizadores podem executar, faz com que este tipo de ações se tornem em hábitos diários.

A tecnologia de persuasão mais correta não assenta apenas na escolha de uma destas ferramentas, mas sim na melhor combinação possível, assim como a sinergia entre estas e as tarefas propostas.

### 2.1.2.2 Meios de persuasão

A persuasão pode ser atingida permitindo aos utilizadores explorarem as relações causa-efeito, fornecendo novos e diferentes resultados, que os ajudam a perceber as consequências dos seus atos de uma maneira rápida, gráfica e representativa. Através de simulações do mundo real, utilizando computadores, é possível imitar experiências e criar cenários que podem ser sentidos como sendo reais [10]. A função deste agente de persuasão é a simulação de situações na vida real, através do uso desta tecnologia.

Podemos considerar três classes de simulações baseadas em computação:

- **Causa-Efeito:** um computador pode simular num curto espaço de tempo o efeito de um determinado evento (a causa). Em informática está associado com os termos *input* e *output*, onde os outputs são visualizados num ecrã como consequência do uso dos dispositivos de *input*, como teclado ou rato. Assim, permite aos utilizadores perceberem qual é o *output* esperado de um dado evento, e ajudá-los na tomada de decisão. Com isto, pode-se persuadir os utilizadores de uma aplicação a terem determinados comportamentos, devido à observação num ambiente simulado e seguro;
- **Ambiente:** baseado em cenários imersivos, criados por computador, que permitem aos utilizadores experienciarem um ambiente simulado, que os fazem mudar as suas atitudes e comportamentos e adaptá-los no mundo real. Esta classe é bastante utilizada na simulação de ambientes em realidade virtual;
- **Objetos:** simulações implementadas no mundo real. Torna a simulação menos dependente da imaginação, ajustando-se ao contexto do dia-a-dia das pessoas, tornando claro o impacto das suas atitudes e comportamentos. Este tipo de simulações pode aumentar o impacto de certos comportamentos e motivar à mudança de atitudes e comportamentos.

A utilização da tecnologia como um meio de persuasão permite, em muitos casos, levar a que os utilizadores alterem os seus comportamentos e atitudes. O meio de persuasão muitas vezes usado é a simulação de ambientes ou objetos que permitem aos utilizadores experienciarem situações reais em ambientes controlados e seguros, onde poderão observar os efeitos de determinada ação e assim conseguir perceber, através da simulação, quais os *outputs* que irão encarar caso tenham aquele comportamento [10].

### 2.1.2.3 Atores sociais

Cada vez mais as novas tecnologias estão presentes ativamente na vida de cada um, principalmente com a evolução dos dispositivos móveis e da computação ubíqua. A principal função deste agente de persuasão é a de criar relações com os utilizadores. Estes dispositivos atuam como agentes, muitas das vezes fornecendo aos seus utilizadores respostas às suas questões. Estes agentes sociais podem ser de cinco tipos diferentes:

- **Físico:** produtos tecnológicos que podem transmitir, através de "pistas" físicas como olhos, rosto ou corpo, uma presença social. A utilização de produtos visualmente atrativos tem mais hipóteses de persuadir um utilizador;
- **Psicológico:** aplicações cuja intenção é tornar o produto amigo do utilizador, de maneira a que este possa utiliza-la durante mais tempo;
- **Linguagem:** aborda a maneira como uma tecnologia é capaz de "conversar" com os seus utilizadores. A linguagem de uma aplicação deve-se ajustar ao seu público-alvo, e caso seja mal interpretada pode levar a que o utilizador se sinta desconfortável;

- **Dinâmicas sociais:** aplicação de regras do senso-comum por interação com os outros. Os utilizadores sentem a necessidade de retribuir quando a tecnologia faz algo em seu favor;
- **Funções sociais:** as tecnologias podem agir com funções de autoridade, tal como os humanos. As pessoas esperam que alguém com autoridade as guie, faça sugestões ou as informe. Quando as tecnologias assumem esse papel estas aumentam a sua capacidade de persuasão, no meio em que estão a ser aplicadas, pois servem de base/modelo às atitudes e comportamentos de quem as utiliza.

Todas as funções que a tecnologia pode assumir na vida das pessoas são pontos importantes para persuadir os utilizadores a fazerem determinadas ações ou a seguir determinados comportamentos ou atitudes. Quando se desenha uma tecnologia, e se quer que esta seja persuasiva o suficiente na sua utilização, é importante ter em atenção as funções que esta pode desempenhar.

### 2.1.3 Sistemas de Persuasão

Com o aumento da utilização da internet, da web e agora cada vez mais dos dispositivos móveis e dos *wearables* (tais como, *smartwatches* ou *smartbands*) existem mais oportunidades de criar sistemas de persuasão, pois consegue-se assim, atingir mais pessoas.

Existem assim três potenciais resultados que se querem de um sistema de persuasão: o reforço voluntário e a alteração ou a formatação de atitudes e/ou comportamentos.

O desenvolvimento de um sistema persuasivo consiste em três passos. O primeiro passo é o entendimento dos problemas-chaves por detrás destes sistemas, depois disso o sistema pode ser desenhado e analisado. O segundo passo trata da análise, do reconhecimento dos eventos e intenções necessárias, e das estratégias para o uso do sistema. Por último, no terceiro passo, são desenhadas novas funcionalidades ou melhoradas as já existentes [33]. A Figura 2.3 mostra os passos no desenvolvimento de um sistema persuasivo.

#### 2.1.3.1 Problemas-chave em sistemas persuasivos

De acordo com Harri Oinas-Kukkonen e Marja Harjuma [33] existem desafios que precisam de ser tidos em conta quando se desenha ou avalia um sistema persuasivo. São eles:

1. **A informação tecnológica nunca é neutra:** esta está constantemente a tentar alterar as atitudes e comportamentos dos seus utilizadores, de várias maneiras;
2. **As pessoas gostam de ver o mundo organizado e consistente:** baseado na ideia de compromisso e consistência, pois um utilizador é mais propício a ser persuadido quando um sistema o obriga a um dado compromisso;

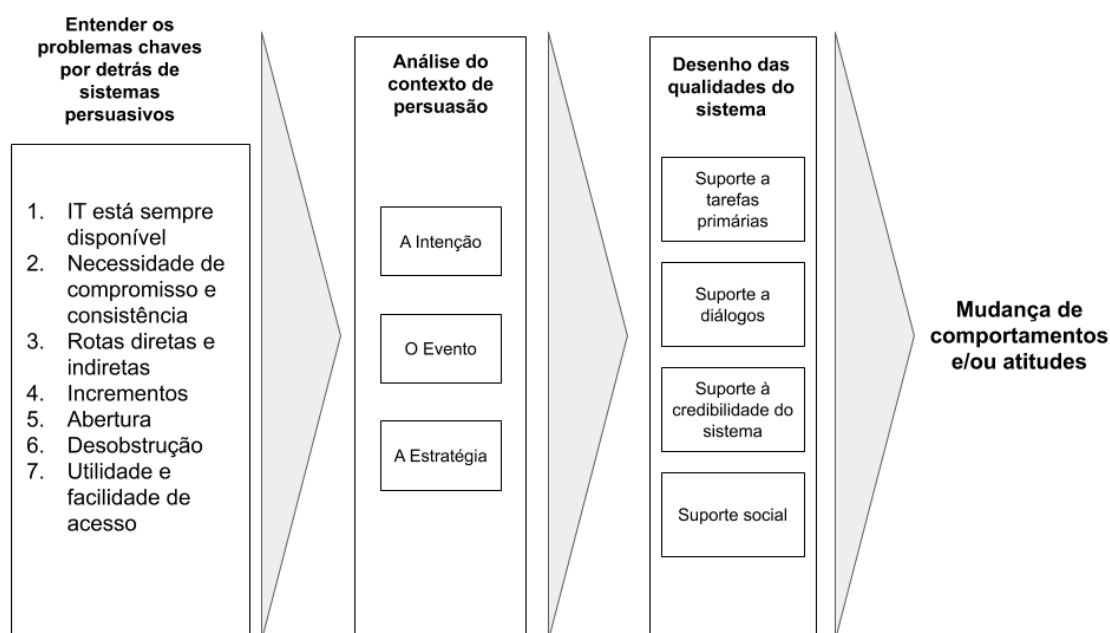


Figura 2.3: Passos no desenvolvimento de um sistema persuasivo, baseado em [33]

3. **Persuasão é incremental:** é mais simples fazer com que uma pessoa realize um determinado conjunto de tarefas em série, como sugestões incrementais, do que realizar tudo de uma única vez, o mesmo se aplica aos sistemas de persuasão;
4. **A persuasão em sistemas persuasivos deve ser sempre aberta:** conteúdo que seja baseado em argumentos falsos não se ajusta ao objetivo do utilizador do sistema, o que leva a que este não altere o seu comportamento;
5. **Sistemas persuasivos devem ser discretos:** todas as funcionalidades persuasivas devem ser cuidadosamente consideradas para evitar um resultado inesperado;
6. **Sistemas persuasivos devem ser úteis e fáceis de utilizar:** os sistemas devem dar atenção às necessidades dos seus utilizadores, o que inclui responsividade, fácil acesso, boa experiência de utilização, entre outras.

#### 2.1.4 Interação Pessoa-Máquina em dispositivos móveis

A utilização de dispositivos móveis, como smartphones ou tablets, está a tornar-se o meio tecnológico de acesso à internet mais utilizado, em detrimento dos computadores portáteis ou fixos. Estima-se, que em 2025, três quartos da população mundial, o que equivale a 3.7 mil milhões de pessoas, irá aceder à web através de dispositivos móveis [14]. Devido, quer a este crescimento, quer à utilização de GPS e outras formas de comunicação, emerge assim um novo paradigma, o da computação móvel.

A Interação Pessoa-Máquina em Dispositivos Móveis (*MHCI*) foca-se no estudo das relações entre os utilizadores e os dispositivos móveis. Apesar dos princípios da Interação

Pessoa-Máquina tradicional se aplicarem também à MHCI, como as oito regras de Schneiderman[36] ou os princípios de Norman[31], estes têm de ser estendidos à utilização dos dispositivos móveis.

Os dispositivos móveis, quando comparados com dispositivos tradicionais, como o computador portátil, apresentam algumas limitações, como por exemplo, ao nível da dimensão dos ecrãs ou da capacidade de energia dos mesmos. Apesar disto, estes apresentam outras vantagens, tais como a portabilidade ou a possibilidade da utilização dos seus sensores. Quando se desenham aplicações para dispositivos móveis há sempre um cuidado adicional, pois é necessário considerar diversos problemas devido à heterogeneidade destes como: a dimensão, o hardware presente, os controlos de *input*, a conectividade, entre outros.

#### 2.1.4.1 Design de interfaces para dispositivos móveis

Devido ao enorme crescimento do desenvolvimento de aplicações móveis tornou-se necessário definir alguns padrões de design para este tipo de tecnologias. Os problemas de design para dispositivos móveis aparecem, principalmente, devido à heterogeneidade entre estes, tal como referido anteriormente.

Para combater estes problemas, Nilsson [30] desenvolveu um conjunto de padrões que permitem desenvolver aplicações mais amigas do utilizador, e assim tirar o maior proveito destas tecnologias, tornando estes sistemas mais persuasivos. Nilsson definiu os principais problemas em três áreas: a utilização do espaço do ecrã, os mecanismos de interação e o design em grande escala. Cada uma destas áreas de problemas encontra-se dividida em sub-problemas, tal como demonstrado na tabela 2.1.

Tabela 2.1: Padrões de desenho de interfaces e correspondentes áreas dos problemas. Baseado em [30]

Problemas principais	Área	Problemas individuais
Utilizar o espaço do ecrã	Espaço do ecrã em geral	Apresentação de elementos em listas Princípios e mecanismos para agrupar informação Mecanismos para empacotar informação
	Interfaces flexíveis	Tratar de <i>dialogs</i> quando o teclado aparece/desaparece Suporte para troca de modo retrato e paisagem Interfaces que devem correr em dispositivos com diferentes tamanhos de ecrã
Mecanismos de interação	Tratar de inputs	Mecanismos para introduzir texto Mecanismos para introduzir dados numéricos Input em multi modal
	Não usar stylus/caneta	Interação com aplicações sem usar styles Obter dados da base de dados sem usar o teclado
Desenho em grande escala	Linhas orientadoras	Funcionalidades básicas num protótipo gerado automaticamente Combinar a marca, estética e o tamanho do ecrã
	Dificuldade na perceção	Interação do utilizador durante a sincronização Interação com o utilizador durante operações de longa duração

Ainda no estudo feito por Nilsson, foi possível identificar os problemas mais populares endereçados pelo desenvolvimento de aplicações móveis. É necessário ter em atenção estes problemas de interface para poder aumentar a usabilidade e a funcionalidade das aplicações.

## 2.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Um sistema de informação é uma associação de pessoas, máquinas, dados e procedimentos que trabalham em conjunto para colectar, gerir e distribuir informação a pessoas individuais ou organizações. Um sistema de informação geográfica é um sistema de informação que captura, modela, guarda, recolhe, partilha, manipula e apresenta dados geográficos. Nesta tecnologia os dados são geográficos, isto é, são referenciados para localizações na Terra (ver capítulo 1 de Worboys e Duckham [41] e capítulo 2 de Longley et al [24]).

O contexto onde os dados são utilizados refere-se à estrutura da interrelação entre os próprios dados e a forma como estes são colectados, processados, utilizados e compreendidos na aplicação que utiliza esta tecnologia. Os dados só são úteis quando tomam um valor como informação dentro do seu contexto. A informação, é então, a junção dos dados com o contexto onde estes são aplicados.

As funções dos SIG podem ser categorizadas como:

- **Inventário de recursos:** combina diversas fontes de informação numa única vista;
- **Análise de rede:** usa a informação de rotas para desenhar itinerários;
- **Dados distribuídos:** integra dados de diferentes fontes e proprietários para gerar novas informações;
- **Análise do terreno:** baseada em dados topográficos;
- **Análise baseada em camadas:** desenho e análise de dados a partir de diferentes fontes;
- **Análise de localização:** serve para decidir qual a melhor localização para construir ou fechar um espaço.

### 2.2.1 Cartografia

A cartografia apresenta estudos nas áreas da arte, ciência, tecnologia e história e elaboração de mapas (ver capítulo 8 de Worboys e Duckham [41]).

Os mapas têm duas funções principais: espaciais e gráficas. Do ponto de vista espacial servem de armazenamento, estando esta funcionalidade relacionada com a forma como os dados geográficos são guardados numa base de dados. Do ponto de vista gráfico serve de apresentação e análise, referindo-se à parte da interface do mapa. Os objetos espaciais modelam diretamente o domínio da aplicação, enquanto os objetos gráficos são a camada de apresentação dos objetos espaciais.

#### 2.2.1.1 Abstração em mapas

É possível fazer abstração nos mapas, permitindo aos utilizadores focarem-se nas relações e informações importantes e ignorando detalhes irrelevantes. Existem então três mecanismos que permitem a abstração cartográfica:

- **Simplificação:** fornece apenas uma quantidade limitada de detalhes sobre o mundo;
- **Classificação:** fornece informação apenas em determinados tipos de funcionalidades;
- **Simbolização:** usa símbolos gráficos coerentes para representar funcionalidades.

Os mapas podem também ser definidos pelas suas variáveis visuais como posição, forma, tamanho, orientação, cor e padrão. A variação de cada variável visual pode transmitir uma informação particular. Por exemplo, as variáveis visuais podem ajudar a diferenciar, por exemplo, rios de estradas através da cor com que estes são representados (ver capítulo 8 de Worboys e Duckham [41] e capítulo 13 de Longley et al [24])

A generalização cartográfica é o processo de gerar mapas em níveis apropriados de abstração utilizando as operações listadas acima. A figura 2.4 representa dois mapas em diferentes níveis de abstração.

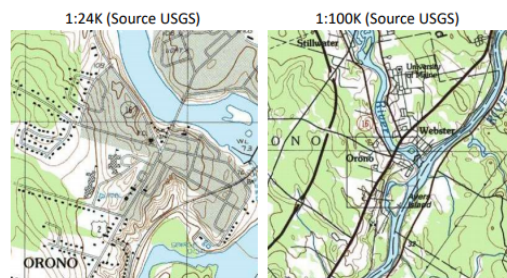


Figura 2.4: Generalização cartográfica em Maine, EUA (retirado de [41])

Muitas das interfaces de SIG contêm símbolos e características que são associadas a mapas e que tornam estas interfaces mais perceptíveis pela sua familiaridade aos mesmos. Esta técnica é definida como a metáfora de mapas. As suas vantagens assentam no facto destas interfaces serem desenhadas com técnicas cartográficas estabelecidas, o que ajuda a tornar as interfaces de SIG mais intuitivas aos utilizadores pela sua semelhança a interfaces de mapas em papel. Apesar da metáfora de mapas ser relativamente intuitiva e expressiva esta apresenta algumas limitações como:

- Mapas estáticos e que são limitados em representar mudanças e evolução de características geográficas;
- Mapas são representados a duas dimensões o que dificulta a representação de fenómenos a três dimensões;
- Mapas são baseados apenas em propriedades visuais;
- Mapas oferecem oportunidades limitadas para *feedback*.

Para resolver alguns destes problemas é introduzida a geovisualização.

### 2.2.1.2 Geovisualização

A geovisualização é um ramo da visualização científica que lida com a informação geográfica e enfatiza as capacidades dinâmicas, interativas e de multimédia dos computadores, estendendo a metáfora dos mapas (ver capítulo 8 de Worboys e Duckham [41]).

De acordo com Kraak [20], a geovisualização implica a exploração de dados e a partir desta são geradas as hipóteses, desenvolvidas as soluções ao problema, sendo posteriormente construído conhecimento. Este processo é facilitado utilizando um ambiente interativo e dinâmico onde o utilizador tem acesso aos dados a partir de representações gráficas.

A geovisualização pode ainda oferecer diversas formas de visualização como interfaces animadas, interfaces em três dimensões e fornecendo *feedback*. As interfaces animadas podem ser vistas como a visualização de uma sequência de imagens estáticas que se assemelham a movimento e mudança ao longo do tempo. O *feedback* é o processo de aceitar e responder as ações dos utilizadores com informação do que foi feito e/ou do que o mesmo alcançou.

### 2.2.2 Visualização de mapas em ambientes móveis

As tecnologias móveis podem trazer uma ajuda bastante significativa aos utilizadores quando estes se encontram no terreno, particularmente com a utilização dos dispositivos móveis. Tarefas como procurar um local no mapa, podem ser bastante mais eficientes quando utilizamos dispositivos como *smartphones*, que nos indicam o local onde o dispositivo se encontra no mapa e nos guia por um caminho até um determinado ponto.

Apesar disto, facilmente se endereçam alguns problemas na utilização destes dispositivos a atuarem como mapas, principalmente no que diz respeito às dimensões dos dispositivos. A mobilidade dos utilizadores afeta o design das aplicações, nomeadamente devido ao contexto envolvente que os utilizadores se encontram quando utilizam estas como, por exemplo, as condições atmosféricas ou a incidência de luz no ecrã do dispositivo, que afetam diretamente a utilização destes dispositivos [3].

Um dos passos que pode ser utilizado para aumentar a eficácia na utilização de mapas nos dispositivos móveis é a *interatividade* que se pode dar a estes dispositivos e o reconhecimento da sua localização em tempo real. Um mapa interativo pode selecionar e apresentar apenas a informação necessária ao utilizador como, por exemplo, apresentar apenas os restaurantes ou cafés numa determinada área e não apresentar museus e lojas, de acordo com o definido pelo utilizador [19].

## 2.3 Crowdsourcing

O *crowdsourcing* é uma abordagem que permite a grandes grupos de pessoas, criar conhecimento, ideias e desenvolver novos produtos de baixo custo no menor tempo possível,

mesmo quando as pessoas que contribuem para o produto não sejam especializadas na área em que este se insere [4].

Esta técnica oferece muitas vantagens na produção de novos produtos[23]:

- **Custos mais baixos**, pois apesar de em algumas situações atribuir-se uma recompensa, esta é muito mais barata do que contratar pessoas para resolver problemas;
- **Maior rapidez**, devido à forte mobilização de pessoas no processo de elaboração do produto;
- **Mais diversidade**, com colaboradores de diferentes áreas, com diferentes experiências e valores;
- **Cobertura de marketing e em meios sociais**, pode ter um custo-benefício bastante apelativo em termo económicos.

Apesar de todas as vantagens desta abordagem, esta também apresenta alguns desafios, em particular em tratar de redundância, imprecisões, incompatibilidades e confiabilidade do material reportado pelos contribuidores destes sistemas. Pode ser então necessário, em alguns casos, um pré-processamento e validação dos dados, o que pode envolver algum investimento.

Os sistemas de *crowdsourcing* são, em geral, abertos a toda a comunidade, e não correspondem a relações contratuais, o que pode fazer com que as pessoas não se sintam obrigadas a participar, ou que desistam facilmente destas atividades. Malone et al [26] descreve três motivações que levam as pessoas a participar nos sistemas coletivos inteligentes: *Dinheiro*, *Amor* e *Glória*. Dinheiro é o fator de incentivo dominante no mercado das micro-tarefas, principalmente quando a tarefa é tediosa e desagradável. O Amor é um fator motivador em muitas situações, mesmo quando não há o estímulo monetário, quando as pessoas se sentem motivadas pelo prazer de realizar uma atividade, as oportunidades sociais que estas fornecem ou quando a sua realização as fazem sentir que estão a contribuir para uma causa superior. A glória ou reconhecimento é outro fator motivador, destacando-se o exemplo da competição, que pode aumentar a motivação em tarefas de *crowdsourcing*.

### 2.3.1 Uso de smartphones para *crowdsourcing*

A larga utilização de smartphones, que estão sempre conectados, revela todo o potencial que a utilização de *crowdsourcing* pode trazer para resolver problemas complexos com a ajuda de toda a comunidade. A utilização de smartphones estende as aplicações baseadas na *web* e permite abranger mais pessoas, tornando a contribuição destas mais fácil e mais frequente.

As capacidades apresentadas pelos smartphones, como geolocalização, sensores de áudio e visuais, luz e o contexto de movimento em que estão incluídos oferecem novas variedades e maneiras eficientes de colectar dados, o que permite o aparecimento de

novas aplicações de *crowdsourcing* [5]. A utilização de aplicações móveis, através das capacidades dos smartphones, como enunciadas anteriormente, pode permitir por exemplo, monitorizar trânsito através de dados obtidos por *crowdsourcing* (e.g. Waze<sup>1</sup>), identificação de anomalias nas estradas, como buracos, através de sensores de vibração e localização dos smartphones, ou jogos baseados na localização com o objetivo de coletar dados geoespaciais, como *CityExplorer*<sup>2</sup> ou *PokemonGO*<sup>3</sup>.

Através do uso de smartphones para tecnologias de *crowdsourcing*, pode-se definir dois tipos de contribuição existentes, a contribuição participatória e a oportunista. A contribuição participatória requer a participação ativa dos utilizadores, e a oportunista recolhe dados dos sensores dos smartphones em *background*.

Na figura 2.5 apresenta-se uma arquitetura de *crowdsourcing*, onde um problema é dirigido para uma população de dispositivos móveis, através de uma *open call* para procurar soluções. Os membros utilizam os seus dispositivos para ajudarem na resolução do problema através da geração, processamento e deteção de dados de interesse, que são posteriormente colectados por um servidor. Nestas situações, quer quem publica o problema, quer quem ajuda na sua resolução, saiem a ganhar.

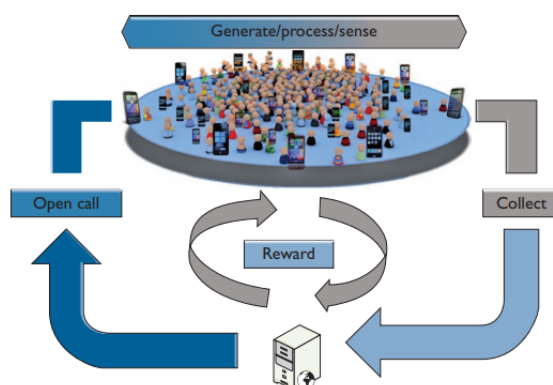


Figura 2.5: Um smartphone está em constante movimento e deteção, fornecendo dados oportunistas que permitem novos serviços e aplicações [5].

### 2.3.2 Participação Pública em SIG (PPGIS)

O objetivo da participação pública em sistemas de informação geográfica é o de permitir que todas as pessoas de uma comunidade, quer individualmente quer em grupo, possam participar nas decisões políticas relacionadas com problemas espaciais que nela ocorram. Estas decisões são fortalecidas através da participação da própria comunidade, através do seu conhecimento e experiência que têm do meio onde a comunidade está inserida [35].

Esta solução permite a participação de pessoas locais, especialmente utilizadores não especialistas em matéria de SIG, que podem expressar visões alternativas do mesmo

<sup>1</sup><https://www.waze.com/>

<sup>2</sup><https://boardgamegeek.com/boardgame/259062/city-explorer-tainan>

<sup>3</sup><https://www.pokemongo.com/>

problema e analisar os mesmos dados que são utilizados pelo poder político para a tomada de decisões [17].

Cada vez mais existem plataformas, como *Twitter*<sup>4</sup>, *OpenStreetMaps*<sup>5</sup>, *Waze*<sup>6</sup> ou *Flickr*<sup>7</sup>, que trazem novas terminologias que combinam os conceitos geoespacial com o potencial da participação pública [17]. Uma destas terminologias é a *Informação Geográfica Voluntária* (IGV) que consiste no conteúdo geoespacial que é produzido por utilizadores não profissionais, onde se usam os sistemas de mapas disponíveis na internet e oferece a possibilidade de atualizar os dados geoespaciais existentes nestes [38].

Existem diversos pontos em comum entre PPGIS e IGV: a clara intenção de capturar o conhecimento espacial das pessoas; privilegiar as fontes de informação e conhecimento de pessoas comuns (não autoritárias) e gerar conteúdo proveniente destes; promover narrativas no domínio público que fazem com que os cidadãos se sintam mais incluídos e valorizados; e é uma forma de obter informação mais eficiente e com menores custos [40].

### 2.3.3 *Crowdmapping*

O *crowdmapping* combina dados geográficos com dados fornecidos pela população através dos meios de comunicação, como mensagens de texto, ou através das redes sociais, para a tomada de decisão em eventos como crises humanitárias, eleições ou desastres naturais [34]. Com isto, é possível a obtenção de dados em tempo real, com a agilidade e eficácia que não seria possível através dos meios tradicionais.

O exemplo mais proeminente do uso deste tipo de *crowdsourcing* foi o que aconteceu a seguir ao terramoto no Haiti em 2010. A plataforma de *crowdmapping* Ushahidi<sup>8</sup> foi usada para reportar mais de 3500 eventos em tempo real, que incluiu incêndios e pessoas presas nas suas casas. Plataformas como Ushahidi ou CrisisCommons<sup>9</sup> servem, quer para ajudar a agregar grandes quantidades de dados, sobre um determinado problema, a partir de dados provenientes de utilizadores, quer para criar inteligência em tempo real nesses eventos [1].

## 2.4 Discussão

Este capítulo teve como objetivo enquadrar teoricamente os temas abordados na dissertação.

Inicialmente, na secção 2.1, foram abordados os fatores humanos que estão envolvidos no desenvolvimento de sistemas móveis, nomeadamente a usabilidade destes sistemas e as técnicas de persuasão que podem estar presentes nestes. A usabilidade de uma aplicação

<sup>4</sup><https://twitter.com/>

<sup>5</sup><https://www.openstreetmap.org/>

<sup>6</sup><https://www.waze.com/>

<sup>7</sup><https://www.flickr.com/>

<sup>8</sup><https://www.ushahidi.com/>

<sup>9</sup><https://crisiscommons.org/>

contribui para a experiência de utilização da mesma, o que leva a que tenha um grande impacto no desenvolvimento de um sistema, cuja utilização se pretende que seja fácil e compreensível. No capítulo seguinte, em Trabalhos Relacionados 3, as aplicações são estudadas também de acordo com a sua usabilidade. Ainda nesta secção, foram estudadas as tecnologias e sistemas de persuasão. A persuasão está diretamente relacionada com esta dissertação, visto ser necessário desenvolver um sistema que se pretende que seja capaz de mudar atitudes e comportamentos sobre os processos de reciclagem. Nesta secção é ainda abordada a Interação Pessoa-Máquina no contexto de dispositivos móveis. Esta apresenta algumas diferenças em relação à tradicional Interação Pessoa-Máquina (HCI), pois trata de aspetos como portabilidade, mobilidade e capacidade de entender o contexto onde o dispositivo está a ser utilizado, através de sensores de luz, GPS ou wireless. Estas capacidades não são possíveis em HCI por esta tratar de dispositivos fixos, onde é mais complicado obter estas capacidades.

Na secção 2.2, foram abordados os Sistemas de Informação Geográfica, que servirão de base para a construção de um mapa interativo no desenvolvimento da plataforma da dissertação. Com o estudo deste capítulo, é possível compreender a utilização dos mapas interativos no trabalhos relacionados, em 3, onde é possível visualizar pontos de interesse e interagir com os dados geoespaciais.

A última secção, 2.3, aborda o *crowdsourcing*, que é um técnica que utiliza a colaboração da população numa determinada área de interesse. O *crowdsourcing* será bastante importante nesta dissertação, pois é pretendido que os dados sobre os centros de reciclagem sejam atualizados pela população. Foi ainda visto neste capítulo que o *crowdsourcing* pode ter dois tipos de contribuições, a participatória e a oportunista. No projeto da dissertação a contribuição participatória existe quando os utilizadores reportam ativamente anomalias que encontram, por exemplo, danos apresentados nos contentores onde depositam os seus resíduos. A componente oportunista pode ser também utilizada para fazer o *tracking* dos utilizadores quando utilizam a aplicação, de maneira a perceber, por exemplo, se estes se aproximaram de um centro de reciclagem.

## TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são abordadas algumas aplicações disponíveis nos mercados da Google e Apple, que vão ao encontro de alguns desafios propostos nesta dissertação. Em 3.1 são abordadas três aplicações sobre a temática da promoção da reciclagem. Em 3.2 são referidas duas aplicações que utilizam técnicas de crowdsourcing que ajudam a melhorar os seus serviços e obter informação consistente com o mundo real. No final é apresentada a conclusão com uma análise às aplicações apresentadas.

### 3.1 Aplicações de promoção da reciclagem

#### 3.1.1 iRecycle

A aplicação *iRecycle*<sup>1</sup> tem como principal objetivo encontrar os pontos de reciclagem mais perto do utilizador, baseado nos filtros definidos por este. Esta aplicação dispõe de um mapa que contém os pontos de recolha disponível, sendo também possível obter a distância e o tempo de percurso a um ecoponto selecionado. Através de *crowdsourcing* é possível aos utilizadores reportarem problemas nos ecopontos, e também submeterem novos pontos de recolha, fornecendo a localização e o tipo de resíduos colectados nesse local. Os pontos de recolha inseridos são posteriormente validados pelos administradores do sistema.

Contudo, esta aplicação contém algumas limitações, pelo facto de se encontrar disponível apenas na área de Grande Vancouver, no Canadá. A necessidade das aprovações de novos ecopontos serem validadas por administradores do sistema pode reduzir a eficiência da disponibilização dos dados da aplicação. Este processo podia ser confiado à comunidade de utilizadores, através de *crowdsourcing*.

---

<sup>1</sup>iRecycle - <http://www.irecycleapp.com/>

### 3.1.2 Recycle BinGo

Desenvolvida pela Valorsul, Amarsul e Valorlis, com o apoio do Fundo Ambiental do Ministério do Ambiente, a RecycleBinGo<sup>2</sup> é uma aplicação com o objetivo de educar as famílias portuguesas sobre a temática da reciclagem. Para tal, a aplicação funciona como um jogo que consiste em definir um ecoponto como "Ecoponto Habitual", e através da geolocalização do dispositivo, os utilizadores fazem "check-in", indicando que visitaram esse ecoponto. Com esta ação os utilizadores vão colecionando pontos, que poderão depois trocar por recompensas reais, como bilhetes para cinema ou vales de desconto. A aplicação dispõe ainda de uma classificação geral em pontos dos seus utilizadores, que pode ser uma forma de aumentar a utilização da plataforma, através da competitividade entre os seus utilizadores.

Esta aplicação foca-se bastante na parte de tornar os processo de reciclagem num jogo, para assim promover práticas sustentáveis. Um fator vantajoso nesta aplicação, e que faz com que tenham mais utilizadores ativos, é o facto das ações na aplicação serem traduzidas em prémios na vida real. É ainda de destacar, o interessante *feedback* que é dado ao utilizador quando estes fazem o *check-in* no seu "Ecoponto Habitual", representado por *EcoGifts*, na forma de animais ou flores.

Apesar disto, as empresas que estão disponíveis na aplicação representam apenas um quarto da gestão dos resíduos urbanos em Portugal. Outra desvantagem é o facto de não apresentar um mapa com os ecopontos disponíveis na plataforma, nem a informação sobre a localização corrente do utilizador, para este perceber se está ou não perto de um ecoponto que se encontre na plataforma.

### 3.1.3 WasteApp

Desenvolvida pela Quercus<sup>3</sup>, a WasteApp<sup>4</sup> tem como principal objetivo ajudar os seus utilizadores a separar o lixo e a encontrar qual o destino dos resíduos urbanos. Para cada topologia de resíduo presente na aplicação é fornecido o local mais próximo para depositar o mesmo, de acordo com a localização do dispositivo. Para além disto, é possível saber as últimas novidades de campanhas de recolha de resíduos publicadas pela Quercus. Os utilizadores podem ainda contribuir com outros locais que não estejam na aplicação.

Apesar disto, esta aplicação apenas está disponível para uma região restrita, tal como as outras aplicações abordadas. Neste caso, a aplicação inclui apenas informação que cobre algumas regiões de Portugal. Apesar da aplicação fornecer informação sobre os locais de depósito, esta não contém um mapa onde seria possível visualizar os locais de recolha de resíduos. Para saber a localização de um ponto de recolha é necessário navegar para outra aplicação, como Google Maps<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup><https://www.recyclebingo.pt/>

<sup>3</sup><https://www.quercus.pt/>

<sup>4</sup><https://www.wasteapp.pt/home>

<sup>5</sup><https://www.google.pt/maps>

Esta aplicação permite ainda reportar a existência de novos locais de recolha, no entanto este processo necessita que seja feito fora da aplicação, através da comunicação por e-mail, o que não facilita e desencoraja os seus utilizadores a fazerem-no.

## 3.2 Mapas colaborativos

### 3.2.1 Waze

A aplicação Waze, é uma aplicação de navegação que está disponível na Google Play Store e na Apple Store. Esta aplicação destaca-se das demais aplicações de navegação, pelo facto de utilizar técnicas de crowdsourcing de maneira a ajudar os utilizadores nas suas viagens diárias. Na aplicação é possível reportar incidentes de trânsito, problemas na estrada, radares de velocidade, acidentes rodoviários, entre outros, como demonstrado na figura 3.1. Sempre que o utilizador contribui com informações de trânsito ganha pontos aumentando a sua classificação, que serve como fator de confiança em futuros alertas.

Tal como enunciado em 2.3.1 existem dois tipos de contribuições possíveis no crowdsourcing, a participatória e a oportunista. Esta aplicação faz uso das duas para melhorar as informações de trânsito aos utilizadores, a contribuição oportunista é feita bastando ter a aplicação aberta sendo os dados recolhidos automaticamente pela aplicação, por exemplo, para detetar a ocorrência de trânsito lento. A contribuição participatória existe quando o utilizador, por si mesmo, reporta incidentes que encontra, ajudando a melhorar as viagens de toda a comunidade.

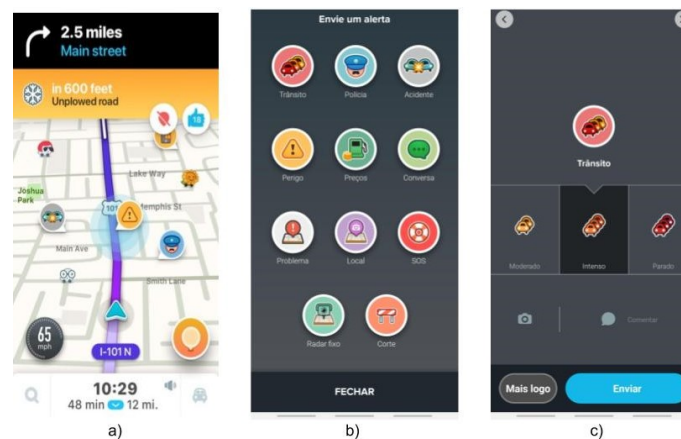


Figura 3.1: Aplicação Waze. Envio de alertas: em a) vista de navegação com as informações de trânsito, em b) alertas que o utilizador pode reportar, em c) formulário de inserção de incidente, podendo anexar fotografias e comentários opcionais

### 3.2.2 OpenStreetMap (OSM)

O OSM é um mapa colaborativo, construído pela comunidade que contribui inserindo dados de GPS, fotografias aéreas, imagens de satélites ou outras fontes de acesso livre.

Esta aplicação é *open data* e pode ser utilizada para qualquer propósito, desde que sejam dados os devidos créditos, assim como, aos seus contribuidores.

O OSM tornou-se inicialmente popular em lugares onde os dados governamentais não estavam disponíveis gratuitamente mas existia uma comunidade de SIG que, através da partilha de informação, conseguia inserir informações verídicas sobre esses locais. No início da sua conceção eram formados grupos de recolha de dados, conhecidos por *mapping parties*, onde se organizavam atividades de recolha de dados geográficos através de recetores de GPS e no fim inseria-se essa informação na base de dados. Hoje em dia qualquer utilizador pode contribuir para esta plataforma através do carregamento de dados num simples editor web<sup>6</sup>.

Este sistema é considerado um exemplo de informação geográfica voluntária uma vez que todos os dados inseridos ou atualizados são gerados por uma comunidade de contribuidores.

### 3.3 Conclusão

Apesar da grande quantidade de aplicações que se encontram disponíveis nas principais lojas online, estas apresentam alguns problemas e não fornecem todos as funcionalidades que esta dissertação procura desenvolver.

A maioria das aplicações disponíveis tem como principal objetivo fornecer informações aos seus utilizadores sobre regras e métodos de reciclagem, assim como, indicar quais os pontos de recolha de um determinado tipo de resíduo mais próximos da localização do utilizador, tal como faz a *WasteApp*.

Outro problema encontrado nestas aplicações é o facto de abrangerem áreas específicas, como um país ou um distrito. Para além disto, os dados que as aplicações utilizam encontram-se muitas vezes desatualizados, por serem geridos apenas pelos administradores do sistema. Em relação a este problema, a plataforma desta dissertação pretende manter a informação atualizada através de *crowdsourcing*, por colaboração dos seus utilizadores, ou através de empresas parceiras que forneçam os seus dados.

É uma condição necessária às aplicações que queiram fornecer informações aos utilizadores sobre os centros de reciclagem existentes, que esteja disponível um mapa interativo dentro da aplicação, capaz de fornecer ao utilizador as informações geoespaciais que estão associadas a esses pontos de recolha. As aplicações, como *WasteApp* ou *RecycleBinGo*, não fornecem estes mapas diretamente na plataforma, sendo que a *WasteApp* reencaminha o utilizador para uma aplicação externa para obter essa informação. É necessário fornecer este tipo de informação geoespacial ao utilizador para o manter interessado na utilização da aplicação.

---

<sup>6</sup><https://www.openstreetmap.org/edit>

## CONCEÇÃO DA SOLUÇÃO

Este capítulo apresenta a modelação e a arquitetura da plataforma desenvolvida nesta dissertação. O capítulo começa por descrever os requisitos funcionais, a lógica de jogo e os requisitos de dados da plataforma, na secção 4.1. Na secção 4.2, são apresentadas as técnicas de persuasão utilizadas na plataforma. De acordo com os requisitos apresentados, foram definidas as tecnologias, de *backend* e *frontend*, a utilizar para o desenvolvimento da plataforma, na secção 4.3. A secção 4.4 aborda a arquitetura utilizada na implementação da plataforma e explica como interagem as suas diferentes componentes. Para finalizar, na secção 4.5, é elaborado um pequeno sumário do que foi abordado neste capítulo.

### 4.1 Requisitos

Os requisitos da aplicação têm em conta o principal objetivo desta dissertação: fornecer, à comunidade de utilizadores, informação real e atualizada sobre os serviços de reciclagem, assim como, a informação geográfica sobre estes, promovendo assim a práticas de reciclagem nas pessoas. Para encorajar a população a adoptar comportamentos sustentáveis, a aplicação tem ainda uma componente de gamificação associada, onde os utilizadores podem registar os depósitos que fazem nos ecopontos, ganhando pontos neste ação. Para além disto, os utilizadores podem reunir as suas famílias na aplicação, competindo entre si ou competindo com outras famílias dentro da sua vizinhança. Estas ações têm o objetivo de encorajar a competitividade e promover entretenimento junto dos utilizadores da plataforma, ao mesmo tempo que estimulam atividades colaborativas, que podem influenciar atitudes e comportamentos na sua vida.

Através do *crowdsourcing*, a comunidade de utilizadores da aplicação, tem ainda um papel bastante importante para manter a informação, disponível aplicação, atualizada. Os utilizadores podem ajudar a melhorar a aplicação contribuindo com novas informações

que ainda não estejam disponíveis, tais como, a inserção de novos pontos de recolha ou o reporte de anomalias encontradas nos ecopontos.

### 4.1.1 Requisitos funcionais

Considerando os objetivos anteriormente definidos, são apresentados de seguida os requisitos funcionais da plataforma desenvolvida. Os requisitos funcionais dizem respeito a todas as funcionalidades que a plataforma deve incluir, sendo que foram delineados as seguintes:

- **Visualização geográfica dos ecopontos no mapa:** fornecer aos utilizadores da plataforma um mapa com os pontos de recolha, dispostos geograficamente de acordo com as suas coordenadas, para permitir aos utilizadores entenderem quais os ecopontos que têm disponíveis à sua volta;
- **Informação detalhada dos ecopontos:** disponibilização de informação detalhada sobre cada ecoponto, como localização, fotografia, tipos de material colectado, periodicidade das recolhas e o seu estado atual;
- **Inserção de novos ecopontos:** os utilizadores podem inserir novos ecopontos que ainda não estejam disponíveis na aplicação, podendo associar dados como, a fotografia, a localização e os tipos de materiais aí recolhidos;
- **Feedback de anomalias aos ecopontos:** no caso de encontrarem alguma anomalia existente nos ecopontos, os utilizadores podem reportar esse problema na aplicação, sendo posteriormente essa informação veiculada para o seu responsável;
- **Processo de aprovação de informação:** de acordo com a localização corrente do utilizador, este pode validar ou invalidar a informação, inserida por outros utilizadores, relativa a pontos de recolha próximos dele, seja quando são inseridos novos pontos de recolha ou feedbacks;
- **Registo dos depósitos efetuados:** processo de gamificação que tem o objetivo de aumentar a utilização da aplicação, transformando-a num jogo entre a comunidade. Os utilizadores podem registar os resíduos que depositam quando se encontram perto de um ecoponto;
- **Sincronização das localizações mais recentes:** a aplicação reconhece as localizações mais recentes do utilizador, de maneira a obter os ecopontos mais próximos por onde este passou;
- **Contexto da família:** os utilizadores podem reunir a sua família na aplicação, o que permite aumentar os níveis de competitividade dentro da plataforma, encorajando a competição dentro da família e entre famílias do mesmo bairro;

- **Notificações aos utilizadores:** servem para encorajar e lembrar o utilizador a realizar ações de reciclagem, como o registo de depósitos.

### 4.1.2 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais do sistema abordam a forma como os requisitos funcionais chegam aos utilizadores finais da aplicação e estão relacionados com o desempenho, a usabilidade e a segurança que a própria aplicação entrega aos seus utilizadores. Foram então definidos os seguintes requisitos não funcionais:

- **Segurança:** o acesso à aplicação é verificado através de um sistema de autenticação, que valida o acesso dos utilizadores e administradores do sistema e que garante a privacidade dos seus dados pessoais através da utilização de encriptação, quer na comunicação da aplicação ao servidor, quer no armazenamento dos dados na base de dados;
- **Usabilidade:** a aplicação deve ser fácil de utilizar para todos os utilizadores. A execução das funcionalidades da aplicação deve ser simples e objetiva, onde os utilizadores facilmente se adaptam à sua utilização;
- **Persistência:** os dados mantidos na plataforma são guardados de forma persistente numa base de dados relacional, com a capacidade de armazenar os diferentes tipos de dados que existem na aplicação.

### 4.1.3 Lógica de jogo

Sendo um dos objetivos principais desta aplicação motivar os seus utilizadores a efetuar a reciclagem e a adotar comportamentos mais sustentáveis, foi importante definir uma forma de manter os utilizadores interessados na utilização da aplicação, ao mesmo tempo que os encoraja a reciclar. A forma escolhida para tal, foi através de um processo de gamificação, que consiste na criação de um jogo dentro da aplicação.

Assim, foi desenhado um sistema baseado em pontos que fornece ao utilizador várias oportunidades de ser recompensado. Ao mesmo tempo que os utilizadores usam a aplicação como fonte verídica de informação sobre processos de reciclagem, estes podem também utilizá-la como se de um jogo se tratasse, promovendo assim uma maior utilização da aplicação e uma maior consciencialização sobre a reciclagem.

Este sistema baseado em pontos tem também como objetivo promover a competitividade entre os utilizadores da plataforma, fornecendo classificações em diversos contextos.

#### 4.1.3.1 Pontos

A aplicação utiliza os pontos ganhos pelos utilizadores em duas vertentes. A primeira consiste na própria classificação do utilizador, e que pode ser visualizada diretamente por

este. A segunda vertente utiliza os pontos para aferir a fiabilidade do utilizador, e assim, decidir se a informação que o utilizador coloca na aplicação é mais ou menos fiável.

Existem diversas maneiras de um utilizador acumular pontos na aplicação. Os pontos podem ser ganhos completando tarefas, inserindo novas informações na aplicação ou ajudando a aplicação a validar informação inserida por outros utilizadores.

Os utilizadores podem, diariamente, registar os depósitos que efetuam nos ecopontos na aplicação. Quando os utilizadores se aproximam fisicamente de um ecoponto, a aplicação reconhece-o e disponibiliza ao utilizador a possibilidade de registar esse depósito. Este registo entrará, posteriormente, para a classificação dentro do próprio ecoponto e para a classificação dentro da família do utilizador. Para evitar que o utilizador insira depósitos de forma desmedida e acumule com isso pontos irreais, a aplicação restringe um intervalo de tempo para o registo depósitos do mesmo tipo de material. Esse intervalo de tempo foi definido para 16 horas entre registos de depósitos do mesmo tipo de material.

### **4.1.3.2 Notificações de rotas**

Para evitar que o utilizador tenha de registar os depósitos apenas quando se encontra junto ao ponto de recolha, foi criado um mecanismo que permite que a aplicação reconheça o deslocamento do utilizador a um ponto de recolha e que faça este registo numa outra altura. Para este mecanismo resultar, é necessário que o utilizador, quando se desloca a um ponto de recolha, leve consigo a aplicação aberta, para que esta consiga aceder à sua localização.

Após a aplicação reconhecer por onde o utilizador passou, esta notifica o utilizador dos pontos de recolha mais próximos, para o utilizador conseguir efetuar o registo do depósito.

Assim, este mecanismo imposto, evita que o utilizador tenha de interagir diretamente com a aplicação no momento do depósito e permite adiar o momento do registo do mesmo.

### **4.1.3.3 Aprovação de pontos de recolha e feedbacks**

Quando os utilizadores inserem novos pontos de recolha na aplicação, ou reportam anomalias existentes nestes, recebem pontos por estas ações. Para impedir que os utilizadores insiram pontos de recolha ou reportem anomalias só para serem recompensados com pontos, foi criado um sistema de aprovação destas informações. Quando um utilizador insere um ponto de recolha ou reporta uma anomalia, esta informação necessita de ser validada pela restante comunidade ou mesmo por administradores do sistema.

Para aferir com maior fiabilidade, estas aprovações só podem ser efetuadas por utilizadores que se encontram perto do ponto de recolha em causa, quer este esteja a ser adicionado, quer se trate de uma anomalia que está a ser reportada.

#### 4.1.3.4 Rankings

Existem diversos *rankings* na aplicação, de modo a aumentar os seus níveis de competitividade. Para cada classificação são apresentados o *ranking* mensal, que diz respeito à classificação no mês corrente e o *ranking* global, calculado desde o registo dos utilizadores na aplicação.

As classificações estão disponíveis em cada ecoponto, no contexto da família e entre famílias do mesmo bairro. Para cada ecoponto existe um *ranking* que resume os depósitos que foram aí efetuados. A partir daqui, os utilizadores podem verificar quem está a depositar mais num dado ecoponto, promovendo também a sua utilização. O *ranking* da família classifica os membros dentro da sua própria família e o *ranking* do bairro corresponde à soma dos pontos de cada membro, de cada família, numa mesma vizinhança. Todas estas classificações têm apenas em conta os pontos obtidos no registo de depósitos.

#### 4.1.3.5 Contexto da família e vizinhança

Para aumentar os níveis de competitividade na aplicação foi adicionado o contexto da família. Este contexto serve para os utilizadores reunirem o seu agregado familiar na aplicação, como se de um grupo de utilizadores se tratasse.

Ao reunir os utilizadores nas suas famílias estes podem competir entre si, tendo sido disponibilizado um *ranking* inter-família.

Com o conceito de famílias criado, foram adicionadas as vizinhanças. Uma vizinhança diz respeito ao conjunto de famílias mais próximas da família do utilizador. As famílias acumulam os pontos dos depósitos dos seus membros e competem entre si, no seu bairro.

#### 4.1.3.6 Factos e curiosidades

Para despertar um maior interesse dos utilizadores foram adicionadas à plataforma factos e curiosidades sobre os processos de reciclagem. Estas são apresentadas enquanto o utilizador inicia sessão na aplicação, ou após completar o registo de um depósito.

A utilização deste tipo de informação contribui para a consciencialização de ações sustentáveis nos utilizadores.

#### 4.1.4 Requisitos de dados

Com os requisitos funcionais e a lógica do jogo da aplicação definidos, é importante definir quais os dados necessários que a aplicação deve suportar.

Os dados da aplicação foram divididos em três principais grupos: os dados relativos aos utilizadores que a plataforma suporta; os dados relativos aos pontos de recolha e serviços de reciclagem; e os dados que suportam a componente de jogo associada à aplicação.

Os utilizadores da aplicação dividem-se entre os próprios utilizadores que usam a plataforma para se informar sobre os serviços de reciclagem e para utilizar a sua componente

de gamificação e os utilizadores que representam as companhias oficiais da plataforma, como é o caso da Amarsul. As companhias podem ainda associar supervisores, que têm funções de gestão dos seus ecopontos.

Sobre os serviços de reciclagem importa guardar a informação sobre os pontos de recolha existentes na aplicação. Esta informação inclui a sua localização, fotografia, estado atual e os contentores que tem associado. O estado atual representa o estado do ecoponto (p.e.: colocado, aguarda colocação, por recolher ou ok) e pode ser, a qualquer momento, alterado pelo responsável do ponto de recolha. Para os contentores importa saber o tipo de material que aí é recolhido, a sua capacidade e a data da próxima recolha a ser efetuada.

Os utilizadores podem ainda reportar anomalias que encontrem, nos pontos de recolha, através dos feedbacks. Um feedback é constituído pelo tipo de anomalia (p.e., danificado, sujo ou cheio), uma descrição inserida pelo utilizador que está a reportar o problema, e também uma fotografia, que identifica o problema.

Quando um utilizador insere um novo ponto de recolha na aplicação, ou reporta uma anomalia, esta informação não fica imediatamente disponível para os restantes utilizadores, sendo necessário passar por um período de aprovação. Quem aprova estas inserções de dados são os administradores do sistema, ou um conjunto de utilizadores que se encontrem relativamente perto do ponto de recolha que está a ser inserido, ou a que se está a reportar um feedback. É necessário então manter a informação de quais os utilizadores que já aprovaram um dado ponto de recolha e/ou feedback, para não permitir que estes consigam repetir esta ação, uma vez que existe uma recompensa em pontos para quem a efetua.

Para os processos de gamificação da plataforma é necessário armazenar os dados relativos aos registos de depósitos efetuados pelos utilizadores. Para cada depósito é necessário armazenar informação relativa ao tipo de material que está a ser depositado, o ecoponto onde foi registado e a data correspondente.

Ainda na componente de gamificação, os utilizadores podem reunir o seu agregado familiar na aplicação, promovendo a competição inter-famílias. Para cada família é necessário associar um administrador, que tem a função de gerir os seus membros e os dados gerais da família, como o nome atribuído à família e a localização.

### **4.2 Aplicação das técnicas de persuasão**

Tal como demonstrado nos requisitos da plataforma, o desenvolvimento desta aplicação teve sempre como finalidade persuadir os seus utilizadores a adotarem comportamentos e atitudes sustentáveis, sendo a realização da reciclagem um meio para esse fim.

Esta aplicação, por si só, constitui uma forma de motivar os seus utilizadores a alterarem as suas atitudes e comportamentos, principalmente, quando promove a reciclagem através dos processos de gamificação e de informação sobre as soluções de reciclagem existentes. Assim, pode-se considerar logo à partida, que esta aplicação atua como um meio de persuasão.

Como enunciado na secção 2.1.2.1, uma ferramenta de persuasão é um produto desenhado para mudar atitudes e comportamentos, de maneira a atingir com mais sucesso um objetivo, que nesta aplicação passa por informar as pessoas sobre as soluções de reciclagem existentes, unindo também com a componente de gamificação utilizada. Estes processos ajudam a tornar a aplicação uma ferramenta de persuasão, que tem como objetivo colocar as pessoas a reciclar cada vez mais no seu dia-a-dia. Assim, como ferramenta de persuasão, esta aplicação utilizou os seguintes tipos:

- **Conditioning**: recompensando os utilizadores após tarefas mais complexas, faz com que estes se sintam mais motivados a realizá-las, tornando-as até um hábito diário. Assim, após o utilizador realizar o registo de um depósito num ecoponto, este é informado que o registo ocorreu com sucesso, sendo recompensado com pontos na aplicação. Esta recompensa encoraja o utilizador a adquirir o hábito de registar os seus depósitos na aplicação, sentindo-se motivado a repetir a tarefa;
- **Surveillance**: o facto dos utilizadores saberem que estão a ser observados por outros utilizadores faz com que estes sintam mais interesse em atingir um objetivo. Na aplicação é possível os utilizadores consultarem a classificação dos utilizadores por ecoponto, dentro da sua família ou entre famílias do mesmo bairro. A competitividade leva os utilizadores a realizar mais tarefas de maneira a obter melhores resultados;
- **Self-monitoring**: fornecer aos utilizadores os dados que são gerados, sobre si, na aplicação, permite uma auto-monitorização, o que leva à alteração de comportamentos, caso o utilizador sinta que não está a proceder da melhor maneira. A partir disto, foi desenvolvida uma página de estatísticas no perfil do utilizador, onde este consegue monitorizar os depósitos que tem feito nos últimos tempos. Para além de observar que depósitos efetuou, o utilizador pode ainda consultar estatísticas de meses anteriores e perceber que tipo de resíduos deposita mais ou menos;
- **Tunneling**: o sistema desenvolvido pode conter tarefas mais complexas para alguns utilizadores, sendo necessário o desenvolvimento de interfaces mais simples que os ajudem nessas tarefas, mantendo-os focados e persuadidos a utilizarem a aplicação. A aplicação mantém o utilizador num ambiente controlado, sem grandes possibilidades deste realizar uma tarefa não expectável. Um exemplo deste tipo de ferramenta pode ser encontrado na interface de inserção de um ecoponto: o utilizador é constantemente notificado se não preencher algum dos campos obrigatórios, focando os campos em falta, sempre com o objetivo de manter o utilizador na aplicação e ajudando-o a completar as suas tarefas. É também importante notificar o utilizador sempre que este realiza uma operação na aplicação, mostrando-lhe que a ação foi realizada com sucesso, procurando cativar o utilizador a continuar a utilizar a aplicação.

É também importante para uma aplicação, que se quer persuasiva, manter uma relação com os seus utilizadores, tornando-se, ela mesmo, um agente de persuasão, tal como abordado na secção 2.1.2.3. A seguir verifica-se quando a aplicação desta dissertação atua como agente persuasivo social:

- **Linguagem:** a linguagem usada na aplicação foi desenhada para encorajar os utilizadores a tomarem atitudes positivas e comportamentos que os levem a completar as tarefas propostas. A linguagem adapta-se ao público-alvo, tendo sempre em conta que a aplicação é uma plataforma para ser utilizada por toda a família com o objetivo de promover práticas sustentáveis, ao mesmo tempo que se pretende que o utilizador não se sinta desconfortável ao utilizá-la;
- **Psicológico:** o objetivo da aplicação é ter um produto que as pessoas possam utilizar no seu dia-a-dia e com ela passar momentos agradáveis. A competitividade gerada pela aplicação, através das classificações por ecoponto e por família (inter e intra) e a apresentação de factos e curiosidades que despertam a emoção dos utilizadores, leva a que estes se sintam mais motivados a utilizá-la, tornando-se esta um agente de persuasão para atividades sustentáveis. O facto da aplicação facilitar a tarefa de reciclar, ajudando os utilizadores a encontrar um ecoponto e ensinando-os a como reciclar, contribui também para fomentar a reciclagem.

### 4.3 Tecnologias

Com a análise dos requisitos funcionais, de dados e da lógica do jogo implementado, foram definidas as tecnologias utilizadas que melhor se adaptam aos objetivos definidos.

Nesta secção são abordadas as tecnologias utilizadas na plataforma, para o *backend*, *frontend*, base de dados, e bibliotecas e outros serviços que ajudaram no desenvolvimento da plataforma.

#### 4.3.1 Tecnologias de *backend*

Para o desenvolvimento do servidor foi utilizada a *framework* de código aberto Spring<sup>1</sup>, que permitiu o desenvolvimento de um servidor *web* em *Kotlin*<sup>2</sup>.

O *Kotlin* é uma linguagem de programação multi-plataforma de código aberto, que compila para a *Java Virtual Machine*. É oficialmente suportada pela Google e foi inicialmente desenvolvida pela JetBrains<sup>3</sup>. Uma das vantagens em relação à linguagem *Java* é o facto de utilizar um sistema tipificado que elimina as exceções de *Null Pointer* e oferece construções sintáticas que simplificam os padrões comuns do *Java*, resultando em menos quantidade de código gerado. Esta foi a linguagem utilizada quer para o lado do cliente, em *Android*, quer para o lado do servidor.

---

<sup>1</sup><https://spring.io/>

<sup>2</sup><https://kotlinlang.org/>

<sup>3</sup><https://www.jetbrains.com/>

O Spring oferece a possibilidade de incluir vários módulos já existentes que facilitam o desenvolvimento. Os principais módulos utilizados foram o *Spring JPA*<sup>4</sup> que facilita a conexão à base de dados e o Spring Security<sup>5</sup>, que lida com o processo de autenticação da plataforma.

Para facilitar a manipulação de dados da base de dados, o Spring utiliza uma *framework* de ORM, o Hibernate<sup>6</sup>. Uma ORM é uma biblioteca que automaticamente transforma os dados de uma tabela da base de dados em objetos da linguagem, neste caso uma linguagem orientada a objetos. É assim possível utilizar conceitos da programação orientada a objetos, como herança, polimorfismo, associação e composição. Com a utilização do Hibernate consegue-se manter qualquer estrutura de dados persistente, seja ela um objeto ou uma lista, na base de dados. Para tratar dos dados geográficos foi ainda incluída uma extensão do Hibernate, o Hibernate Spatial<sup>7</sup>, que permite lidar com dados geográficos como se se tratasse de um tipo de dados da linguagem orientada a objetos.

O SpringBoot<sup>8</sup> facilita ainda o processo de configuração e publicação do serviço e é utilizado como ferramenta de *backend* da plataforma.

A escolha do Spring como *framework* de *backend* do sistema teve como principal motivação a facilidade da integração do sistema de base de dados utilizado, a facilidade do desenvolvimento devido à sua boa documentação e comunidade bastante ativa, e também à experiência prévia com a *framework*.

O sistema de base de dados utilizado foi o PostgreSQL<sup>9</sup>, um sistema de código aberto, que implementa o modelo relacional e que suporta transações ACID, onde é utilizada a linguagem SQL. A sua escolha deve-se ao facto de suportar a extensão do PostGIS<sup>10</sup>, que trata do armazenamento de dados geográficos, suportando funções específicas a estes, como distâncias e áreas.

### 4.3.2 Tecnologias de *frontend*

A aplicação desenvolvida nesta dissertação foi implementada no sistema operativo Android<sup>11</sup>.

O Android é um sistema operativo baseado em Linux, sendo a Google um dos seus principais contribuidores. A escolha desta tecnologia para a implementação do cliente assenta na forte comunidade existente, na capacidade de atingir o maior número de pessoas, por estar incluída na maioria dos *smartphones* existentes, e na experiência prévia no seu desenvolvimento. O Android Studio<sup>12</sup> foi o IDE utilizado.

<sup>4</sup><https://spring.io/projects/spring-data-jpa>

<sup>5</sup><https://spring.io/projects/spring-security>

<sup>6</sup><https://hibernate.org/>

<sup>7</sup><http://www.hibernate.org/>

<sup>8</sup><https://spring.io/projects/spring-boot>

<sup>9</sup><https://www.postgresql.org/>

<sup>10</sup><https://postgis.net/>

<sup>11</sup><https://www.android.com/>

<sup>12</sup><https://developer.android.com/studio>

Como versão mínima de instalação, foi utilizada a versão Android 5.0 Lollipop, que corresponde à API de nível 21 do Android. De acordo com a documentação oficial, em [7], esta versão está disponibilizada em 94,1% dos *smartphones* Android existentes no mercado. A decisão para a utilização deste nível de API foi devido ao suporte oferecido ao *Material Design*<sup>13</sup> e a integração com o *widget RecyclerView*, que permite a visualização de listas de uma forma mais simples e natural.

Uma das funcionalidades mais importantes da aplicação é o fornecimento de um mapa com os pontos de recolha dispostos sobre este. Para tal, e para facilitar a sua implementação, foi escolhido o MapBox<sup>14</sup>. Este serviço fornece mapas personalizados para aplicações móveis e *web*, através de uma API bastante bem documentada e com várias funcionalidades como mapas, navegação e pesquisa. A documentação, os serviços oferecidos e os mapas esteticamente atrativos serviram de pontos fulcrais para a escolha desta plataforma.

A aplicação necessitou ainda de recorrer a um serviço de *geocoding*, que consiste no processo de transformar moradas em coordenadas geográficas. Para esta implementação foi utilizado o serviço disponibilizado de forma gratuita pelo OpenStreetMap<sup>15</sup>, o Nominatim<sup>16</sup>. Este serviço foi principalmente utilizado para obter as moradas dos pontos de recolha, para apresentar uma informação mais legível ao utilizador, e também para disponibilizar uma aproximação da área de uma determinada cidade/região inserida pelo utilizador. Para além disto, o Nominatim fornece ainda um serviço de *reverse geocoding*, que transforma pontos geográficos em endereços legíveis ou nome de locais. Este serviço foi também utilizado na plataforma desenvolvida.

Uma vez que a aplicação faz bastante utilização de imagens, seja as imagens dos perfis dos utilizadores, as associadas a pontos de recolha e as atribuídas pelos utilizadores aos feedbacks, foi necessário encontrar uma solução que permitisse guardá-las de forma segura e com fácil integração com o sistema Android. A solução adotada foi o *Firebase Cloud Storage*<sup>17</sup>. Este serviço, disponibilizado pela Google, permite armazenar imagens na nuvem e disponibiliza um SDK para Android que permitiu uma simples e rápida integração com a aplicação desenvolvida. Toda a componente lógica e de transferência e carregamento das imagens, passa única e exclusivamente pelo sistema operativo Android, sem nenhuma interação com o servidor.

### **Bibliotecas auxiliares utilizadas**

Para a implementação da aplicação Android recorreu-se a algumas bibliotecas, oficiais e da comunidade, que facilitam o desenvolvimento da aplicação e que ajudam a aplicação

---

<sup>13</sup><https://material.io/design/>

<sup>14</sup><https://www.mapbox.com/>

<sup>15</sup><https://www.openstreetmap.org/>

<sup>16</sup><https://nominatim.org/>

<sup>17</sup><https://firebase.google.com/docs/storage>

a manter performances altas. Assim, de seguida, são enumeradas as bibliotecas mais utilizadas na aplicação, que contribuíram para o seu desenvolvimento.

#### 4.3.2.1 Corrotinas do Kotlin

De acordo com a documentação oficial para desenvolvedores de Android, uma corrotina<sup>18</sup> é um padrão que simplifica o código que é executado de forma assíncrona. As corrotinas são a solução da Google para programar tarefas assíncronas no Android.

As corrotinas do Kotlin têm a sua maior utilidade em processos assíncronos de longa duração, tais como pedidos efetuados na rede, operações sobre o disco (leitura e escrita) e tratamento de ficheiros, como *parsing* de JSON.

Numa aplicação Android, a *thread* principal (*main thread*) tem a responsabilidade de tratar da interface gráfica e de coordenar as interações com os utilizadores. Se for efetuado trabalho pesado nesta *thread*, a aplicação vai parecer mais lenta, deteriorando toda a experiência do utilizador. Ou seja, as tarefas de longa duração não devem bloquear a *main thread*, de maneira a que a aplicação não pareça bloqueada ou demasiado lenta a responder ao input do utilizador.

As corrotinas podem ser executadas, no Kotlin, por 3 tipos de agentes (*dispatchers*):

- **Dispatchers.Main:** este agente serve para interagir com a interface gráfica e executar tarefas leves. Este foi, na sua maioria das vezes, utilizado na aplicação sempre que foi necessário inserir ou alterar algum elemento da interface gráfica;
- **Dispatchers.IO:** agente otimizado para escritas em disco e operações na rede, que não necessitem de operar na *main thread*. Este agente foi utilizado para tratar dos pedidos ao servidor e para ler e escrever dados em disco;
- **Dispatchers.Default:** serve para executar tarefas intensivas/pesadas fora da *main thread*, como *parsing* de JSONs ou ordenar uma lista. Nesta aplicação este agente foi especialmente utilizado para o *parsing* dos JSONs que o servidor retornava nos seus pedidos.

Ao efetuar todo o trabalho na *main thread* começam-se a perder *frames* na interface gráfica, o que pode tornar a aplicação mais lenta, trazendo problemas de usabilidade para os utilizadores. Assim, a introdução das corrotinas na aplicação permitiu que trabalho mais pesado, como pedidos ao servidor, leitura e escrita de ficheiros e *parsing* de JSONs, fosse efetuado fora da *main thread*, deixando para esta tarefas mais leves de atualização da interface gráfica.

Para além desta divisão de trabalho, outra das vantagens das corrotinas é o facto de se conseguir executar várias tarefas em simultâneo, e no final, se necessário, esperar que a tarefa seja concluída, para, por exemplo, alterar um elemento da interface gráfica, como uma barra de progresso.

<sup>18</sup><https://developer.android.com/kotlin/coroutines>

### 4.3.2.2 Volley

A biblioteca Volley<sup>19</sup>, desenvolvida pela Google, foi a biblioteca utilizada para o consumo da API REST desenvolvida no servidor. Esta *framework* é uma biblioteca HTTP que torna mais simples e rápido o desenvolvimento de pedidos na internet para aplicações Android.

Com o Volley é possível obter múltiplas conexões concorrentes na rede (bastante importante na inicialização da aplicação) e disponibiliza os seus próprios mecanismo que ajudam a lidar com o *caching* dos pedidos.

### 4.3.2.3 Glide

O Glide<sup>20</sup> é uma *framework* de código aberto responsável pela gestão de conteúdos multi-média para Android. Esta biblioteca gera automaticamente, através de uma interface, a decodificação de imagens e o *caching* das mesmas em memória e em disco.

Uma vez que o Glide gere automaticamente a *cache* das imagens carregadas na aplicação, foi necessário criar um campo nas tabelas da base de dados que têm imagens associadas, para além do caminho para o ficheiro no *Firebase Storage*. Este campo permite identificar qual a última data de atualização da fotografia e é atualizado sempre que esta seja modificada (criada ou atualizada). O valor que é registado é, posteriormente, enviado para a biblioteca Glide gerir a sua cache para essa imagem, no momento do seu carregamento. Caso esta informação não fosse passada ao Glide, este mantinha sempre a mesma imagem na cache, mostrando sempre a mesma fotografia na aplicação.

## 4.4 Arquitetura

Para fazer face aos requisitos apresentados anteriormente, foi elaborada uma arquitetura do sistema, que inclui as tecnologias já descritas. Esta arquitetura está representada na figura 4.1.

Nesta arquitetura estão representadas as várias camadas da aplicação, nomeadamente a camada de *frontend*, também designada por camada de apresentação; a camada de *backend*, definida como a camada mais lógica da aplicação e a camada de dados que suporta todos os dados envolvidos na plataforma.

Na camada de apresentação é possível visualizar toda a informação que o utilizador dispõe na aplicação, e é ainda responsável pela interação do próprio utilizador com a aplicação desenvolvida. Esta camada foi desenvolvida para o sistema operativo Android, através da ferramenta Android Studio, e interage diretamente com a base de dados através do servidor da plataforma. Para além disto, este cliente incorpora o mapa fornecido pelo Mapbox e trata dos dados inseridos pelos utilizadores, sendo responsável por entregá-lis ao servidor, através de uma API desenvolvida sobre REST. O cliente Android disponibiliza ainda ferramentas que facilitam a adaptação a ecrãs de várias dimensões, criando assim

---

<sup>19</sup><https://developer.android.com/training/volley>

<sup>20</sup><https://github.com/bumptech/glide>

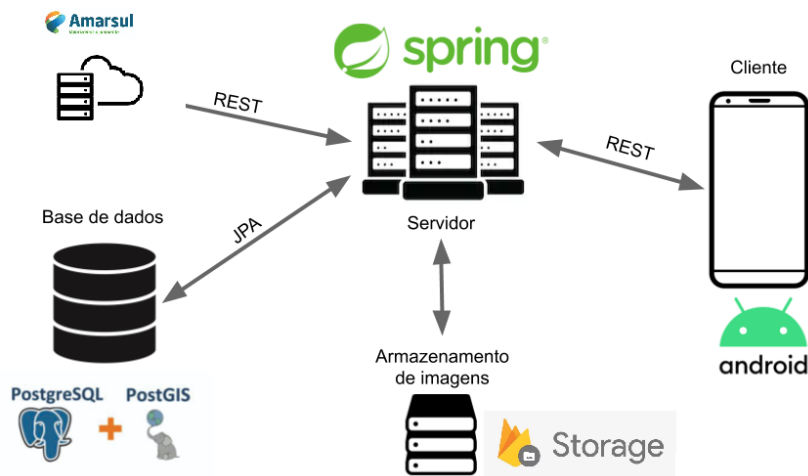


Figura 4.1: Arquitetura da plataforma

interfaces responsivas. Esta responsividade foi obtida através do desenvolvimento das interfaces gráficas da aplicação sobre *layouts*<sup>21</sup>.

O servidor da aplicação implementa a camada mais lógica da mesma, e foi desenvolvido sobre *Spring*, que implementa o modelo MVC. O *Spring* é responsável por receber pedidos vindos do cliente, interagir com a base de dados de forma a obter os dados necessários para enviar para o cliente, e ainda trata de toda a lógica da aplicação que pode ser necessária neste processo.

Os dados da aplicação são geridos pelo sistema de gestão de base de dados PostgreSQL. Nesta camada são armazenados todos os dados da plataforma, como os ecopontos, utilizadores, famílias, feedbacks e gestão dos depósitos registados pelos utilizadores. O PostgreSQL é responsável pela persistência de todos estes dados, e utiliza a extensão PostGIS para armazenar e tratar os dados geográficos presentes na plataforma.

As imagens presentes na aplicação, como as referentes aos ecopontos, feedbacks ou utilizadores, são armazenadas num servidor externo, o *Firebase Cloud Storage*.

## 4.5 Conclusão

Neste capítulo identificou-se os requisitos da plataforma, e definiram-se as tecnologias utilizadas no desenvolvimento da aplicação e da arquitetura implementada.

O levantamento inicial dos requisitos do sistemas, funcionais e de dados, foi uma tarefa bastante importante e que permitiu ter uma ideia mais fundamentada e consolidada das funcionalidades a implementar na aplicação, sendo que serviu também para definir mais facilmente as tecnologias a utilizar na implementação da plataforma.

<sup>21</sup><https://developer.android.com/guide/topics/ui/declaring-layout>

A escolha das tecnologias teve como justificção principal a sua documentação, a existência de uma vasta comunidade e a experiência prévia na sua utilização. Todos estes fatores são fundamentais na escolha das tecnologias para o desenvolvimento de uma plataforma, como a desenvolvida nesta dissertação. Estas opções não só facilitam o seu desenvolvimento, como também ajudam na resolução de possíveis problemas que possam aparecer.

Com os conceitos que foram definidos neste capítulo conseguiu-se obter uma clarificação das funcionalidades a implementar na plataforma. Os detalhes da implementação efetuada são explicados no capítulo seguinte.

## IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

A partir do capítulo anterior onde foi descrita a arquitetura e tecnologias usadas no sistema, importa agora explicar os detalhes da sua implementação. Este capítulo começa por abordar o design elaborado inicialmente para aplicação em Android, na secção 5.1. A modelação da base de dados é apresentada na secção 5.2. As secções seguintes, 5.3 e 5.4, explicam alguns dos detalhes mais importantes no desenvolvimento do servidor e da aplicação Android, respetivamente. O capítulo termina ainda com uma conclusão dos conteúdos abordados neste, na secção 5.5.

### 5.1 Design inicial da aplicação

Antes de proceder à implementação da aplicação foi realizado um protótipo do desenho das interfaces gráficas. Estes protótipos foram elaborados através da ferramenta Adobe XD<sup>1</sup>, que permite, para além de desenhar as interfaces referentes aos ecrãs da aplicação, adicionar ligações entre os ecrãs criados, o que cria uma maior interatividade entre os mesmos.

Este protótipo inicial focou-se na funcionalidade do mapa com os diversos pontos de recolha presentes no mesmo, no registo de depósitos, no formulário de inserção de um novo ponto de recolha e na inclusão do contexto de família na aplicação. Estão também disponíveis neste protótipo um desenho inicial da página onde se efetuam as aprovações de pontos de recolha pelos utilizadores.

Este tipo de abordagem de desenvolvimento de um protótipo antes do desenvolvimento propriamente dito da solução final, é crucial para a construção de um produto, principalmente quando o produto é algo a ser desenvolvido completamente de raiz. Isto

---

<sup>1</sup><https://www.adobe.com/pt/products/xd.html>

permite um desenvolvimento mais rápido e a obtenção de desde cedo de *feedback* dos utilizadores, tornando-se assim numa ferramenta bastante preciosa para as fases seguintes de desenho e implementação da aplicação. Neste protótipo foi possível incluir a maioria das funcionalidades base da aplicação o que permitiu logo à partida tomar decisões de design bastante importantes nas iterações futuras que foram feitas, com base no *feedback* dado pelos utilizadores nesta fase.

### 5.1.1 Protótipos

Para a fase inicial do projeto foram desenhados os vários ecrãs necessários para fazer face aos objetivos iniciais definidos para a aplicação. Para tal, foram então criados vários storyboards que ilustram as interações dos utilizadores com os ecrãs.

A figura 5.2 ilustra o *storyboard* referente à interação do utilizador com os detalhes de um ecoponto. A partir do mapa o utilizador seleciona um ecoponto obtendo uma preview desse ecoponto. A partir daí, pode aceder à página de detalhes do mesmo ecoponto, visualizando informações como a morada, fotografia ou datas de recolha dos resíduos que aí se depositam. É também possível consultar comentários anteriores feitos a esse ecoponto por utilizadores ao longo do tempo e também reportar um incidente que tenha ocorrido com o mesmo. Para reportar um incidente é necessário definir o tipo do mesmo (e.g. Danificado, Cheio, Sujo, Outro), um comentário e uma fotografia do estado do ecoponto.

Os restantes *storyboards* desenvolvidos podem ser consultados no anexo A.



Figura 5.1: Mapa interativo da aplicação desenvolvida

Figura 5.2: *Storyboard* referente à interação com os detalhes de um ecoponto escolhido do mapa

### 5.1.2 Teste do protótipo com utilizadores

Para testar o protótipo desenvolvido em termos de usabilidade e experiência de utilização para os utilizadores, foram realizados alguns testes simples com estes. A descrição do teste de usabilidade, incluindo as tarefas a desempenhar pelos participantes, pode ser consultado no anexo B.

Este teste foi realizado por 7 utilizadores da área de Informática e por 3 fora da área, com experiência na utilização de aplicações móveis. Os participantes do teste foram observados por um supervisor, que analisou a realização das tarefas. Foi pedido aos participantes que, durante a realização do teste, comentassem, em voz alta, as ações que iam executando, de modo a obter as suas sugestões e dificuldades. Neste teste focou-se essencialmente no design geral da aplicação e foi recebido *feedback* para as várias funcionalidades testadas. O conhecimento ganho nesta fase foi bastante importante para desenvolver a aplicação final.

O *feedback* apresentado pelos utilizadores encontra-se na lista abaixo:

- **Aprovações de ecopontos:** muitos utilizadores tiveram dificuldade em descobrir o local de aprovação de novos ecopontos, devido a não ser perceptível que este era representado por um ícone de notificação. Foi sugerido que se acrescentasse uma nova página dedicada a esta tarefa, acedida pelo menu principal ou pelo perfil do utilizador;
- **Depósito de resíduos:** Foi recomendado que, antes de efetuar o registo de depósitos, fossem apresentadas as imagens dos resíduos que o ecoponto suporta;
- **Página da Família:** Nesta página poderiam ser apresentadas mais informações sobre o seu significado, mostrando *feedback* ao utilizador de quais são as consequências de se juntar a uma família ou de criar uma nova. Em relação a esta funcionalidade, pode ainda ser acrescentada mais informação sobre as consequências da saída do utilizador da família a que pertence, como por exemplo, a perda de pontos para o grupo;
- **Detalhes do ponto de recolha:** Não foi perceptível a existência do quadro adicional de informações sobre o ecoponto em forma de slide. A sugestão foi inserir uma seta ou pontos que representam a existência de mais páginas de detalhes do ecoponto;
- **Página de estatísticas:** Dois utilizadores recomendaram a inserção de uma página de estatísticas na página de perfil do utilizador, com o objetivo de perceber a frequência de reciclagens que têm feito nos últimos tempos, ou o número de contribuições para a comunidade já realizadas.

Durante esta primeira fase foram observados alguns problemas da interface e registadas sugestões que foram utilizadas para aperfeiçoar o desenho na iteração seguindo do desenvolvimento da plataforma, explicadas nas secções seguintes.

## 5.2 Base de dados

Com os requisitos da plataforma definidos, em 4.1, assim como a arquitetura implementada, importa agora definir uma modelação para a base de dados escolhida. A escolha da base de dados a utilizar e a sua modelação são aspetos fundamentais para o desenvolvimento e utilização da aplicação, pois uma escolha desadequada pode ter bastantes consequências negativas na performance da aplicação, degradando a experiência de utilização. Tal como identificado em 4.3, o sistema de gestão de base de dados escolhido foi o PostgreSQL. Este sistema implementa o modelo relacional de base de dados, e é utilizado em conjunto com a extensão PostGIS para o armazenamento e tratamento de dados espaciais.

A implementação do servidor, através da *framework* Spring, facilitou bastante todo o processo de conexão à base de dados, através do módulo de abstração *Spring Data JPA*<sup>2</sup>. Este módulo fornece uma interface que permite um alto nível de abstração ao desenvolvedor. Esta interface tem já definidos alguns dos métodos mais utilizados em repositórios **CRUD**, o que simplifica as ações mais utilizadas nestes repositórios, tais como operações de inserção, leitura, atualização ou remoção.

Como referido na secção 4.3.1, apresentada no capítulo anterior, recorreu-se ao Hibernate<sup>3</sup> para mapear os dados representados por objetos, do paradigma de programação orientada a objetos, numa representação do modelo relacional utilizado na base de dados. Este mapeamento é definido como **ORM**. Apesar do Hibernate ser um módulo bastante completo, não inclui o mapeamento para objetos do tipo geométrico, bastante utilizados nesta aplicação. Para tal, recorreu-se a uma extensão do Hibernate, o Hibernate Spatial<sup>4</sup>, que é uma abstração para especificar dados geográficos e que fornece uma interface *standardizada* de armazenamento deste tipo de dados e respetivas funções de pesquisa.

### 5.2.1 Modelação da base de dados

O Diagrama de Entidades-Relações, que se encontra ilustrada na figura 5.3, representa a modelação da base de dados relacional implementada na aplicação. Este modelo foi elaborado através do *software* STARUML<sup>5</sup>.

Na figura presente no anexo D.1, encontra-se o diagrama mais detalhado, com todos os atributos para cada tabela.

Em seguida são descritas, em maior detalhe, as tabelas criadas neste modelo e respetivas relações entre estas.

A tabela “*Profiles*” guarda toda a informação que diz respeito aos perfis dos utilizadores da plataforma. São aqui armazenados dados como o nome de utilizador, o nome

---

<sup>2</sup><https://spring.io/projects/spring-data-jpa>

<sup>3</sup><https://hibernate.org/>

<sup>4</sup><http://www.hibernate.org/>

<sup>5</sup><https://staruml.io/>

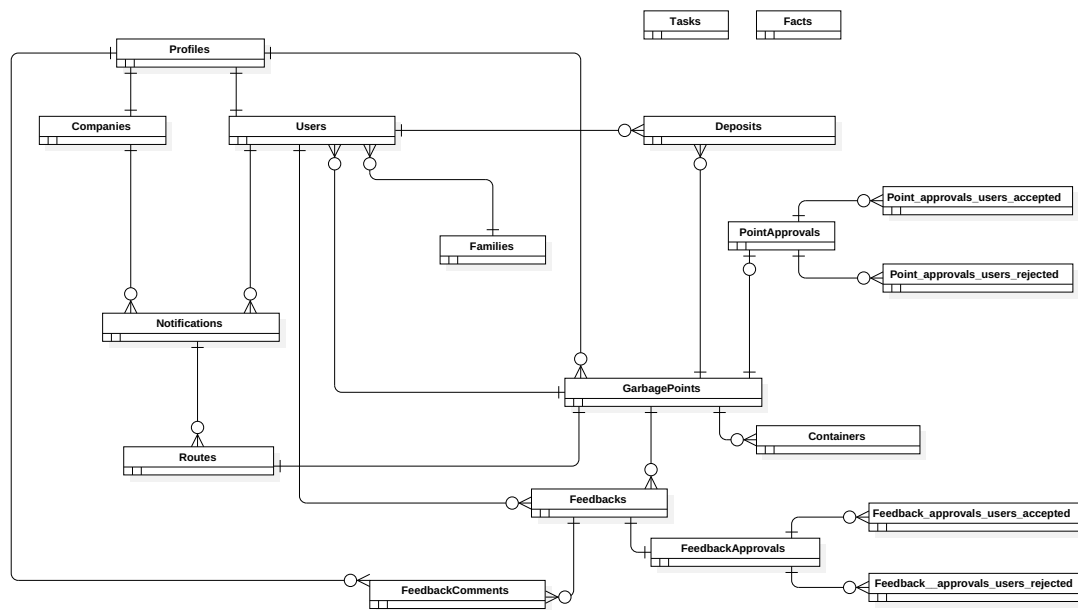


Figura 5.3: Modelo Entidade-Relação da Base de dados

completo, a password (encriptada), a data de criação da conta, a data da última atualização, a localização da imagem de perfil no *Firebase Storage* e a data da última atualização desta imagem.

Uma vez que podem existir dois tipos de utilizadores na plataforma, as companhias e os utilizadores *players* da aplicação, decidiu-se dividir esta informação em duas tabelas distintas, uma vez que contêm informação diferente. Na tabela “*Companies*” é guardada a localização espacial da companhia, do tipo *geometry*, e a sua morada, por extenso. Os dados relacionados com os utilizadores da aplicação são armazenados na tabela “*Users*” onde é guardada a informação sobre o seu ecoponto favorito, os pontos que o utilizador acumulou até ao momento, o seu agregado familiar, e, no caso de estar associada a uma família, o identificador da mesma. Caso o utilizador seja um supervisor de uma companhia, para além desta informação, é também armazenado o identificador da companhia a que este pertence.

A tabela “*Families*” representa o contexto da família na aplicação, e armazena atributos como o seu nome, código de convite, localização e quem é o seu administrador.

Na tabela “*Garbage Points*” estão armazenados todos os pontos de recolha presentes na aplicação. Os seus principais atributos são, a sua localização, do tipo *geometry*, o seu estado atual, o identificador do seu responsável, e um *url* que corresponde à localização da imagem no sistema de armazenamento de conteúdo multimédia, o *Firebase Storage*. Para melhorar a performance, foi inserido aqui também o atributo “*container\_types*”, que representa os tipos de materiais que são recolhidos nos contentores do ponto de recolha.

A tabela “*Containers*” refere-se aos contentores associados aos pontos de recolha. Aqui são armazenados os dados referentes ao tipo de material recolhido no contentor, a sua periodicidade de recolha, a data da próxima recolha a ser efetuada, e o identificador do

ponto de recolha ao qual o contentor está associado.

Para armazenar as anomalias reportadas aos pontos de recolha, foi criada a tabela “*Feedbacks*”. Esta tabela armazena o identificador do ponto de recolha ao qual se reportou a anomalia, o identificador do utilizador que a reportou, a sua descrição e o tipo de anomalia em causa. O atributo “*picture\_path*” representa a localização da fotografia associada ao *feedback*, no *Firebase Storage*.

A tabela “*Feedback\_Comments*” representa os comentários dados aos *feedbacks* reportados, por utilizadores e companhias registadas na aplicação. Esta tabela é formada por um atributo “*comment*”, que representa o comentário escrito pelo utilizador, e o identificador do *feedback* a que pertence o comentário.

As aprovações a pontos de recolha são guardadas na tabela “*Point\_Approvals*”, que guarda o total de pontos de aceitação e rejeição que a aprovação recebeu até ao momento. Para saber quais os utilizadores que aceitaram aprovação foi criada a tabela “*Point\_approvals\_users\_accepted*”, sendo que os utilizadores que a rejeitaram são mantidos na tabela “*Point\_approvals\_users\_rejected*”.

Para as aprovações efetuadas a *feedbacks*, a tabela “*Feedbacks\_Approvals*” armazena a informação referente aos *feedbacks* que estão em processo de aprovação. À semelhança das aprovações a pontos de recolha, para os *feedbacks* também existem duas tabelas adicionais para saber quem já aceitou e quem já rejeitou um *feedback*, nas tabelas “*Feedback\_approvals\_users\_accepted*” e “*Feedback\_approvals\_users\_rejected*”, respetivamente.

A tabela “*Deposits*” guarda a informação relativa aos depósitos registados pelos utilizadores, nomeadamente, qual o ponto de recolha associado ao depósito, a data do mesmo, qual o utilizador que tomou essa ação e também o material que foi depositado.

Na tabela “*Notifications*” são armazenadas, tal como o nome indica, as notificações apresentadas aos utilizadores. Cada notificação tem associado um título, uma descrição e o “*object\_id*” que poderá ser o identificador do ponto de recolha, do *feedback* ou da família a que se refere a notificação, o que depende diretamente do tipo de notificação apresentada.

As notificações apresentadas ao utilizador podem ainda ser relativas às rotas efetuadas por este, isto é, notificações despoletadas após a aplicação sincronizar as localizações mais recentes do utilizador. Para, posteriormente, notificar o utilizador sobre a rota que este efetuou, e associar-lhe os pontos de recolha mais próximos que passou, foi criada a tabela “*Routes*”. Esta tabela é composta pelo identificador da notificação em causa, e pelo identificador para o ponto de recolha que o utilizador passou próximo. Assim, esta tabela tem uma relação de um para muitos (1:N) com a tabela “*Notifications*”, uma vez que o utilizador pode ter passado próximo de mais do que um ponto de recolha, durante a rota efetuada.

A tabela “*Tasks*” guarda as tarefas que recompensam o utilizador com pontos. Nesta tabela é guardado o nome, a descrição e a quantidade de pontos associados a cada tarefa. As tarefas disponíveis na aplicação foram explicadas em melhor detalhe na secção 4.1.3 do capítulo 4.

Na tabela “*Facts*” são armazenados os factos e curiosidades sobre reciclagem. Para cada facto/curiosidade, a tabela guarda o seu título, a descrição em português e a descrição em inglês, a referência e entidade que a criaram e o tipo de material que lhe está associado (p.e.: Embalagens, Papel/Cartão ou Vidro).

### 5.2.2 Obtenção dos dados da Amarsul

Como já mencionado anteriormente, na fase inicial deste projeto foram disponibilizados, pela Amarsul, os dados relativos aos pontos de recolha da sua responsabilidade. Estes dados dizem respeito aos ecopontos presentes na Margem Sul do Tejo, e são atualizados duas vezes por dia pela companhia.

Da informação proveniente da Amarsul foram incluídos, na aplicação, os dados relativos aos ecopontos, nomeadamente o seu nome, a localização geográfica (latitude e longitude), a privacidade (público no caso dos ecopontos tradicionais disponíveis na rua ou privado no caso dos ecopontos da recolha selectiva) e o tipo de recolha (p.e. Grua ou Basculamento Simples). Para cada ecoponto foram ainda disponibilizados os contentores associados ao mesmo. Para cada contentor é possível saber o tipo de material que recolhem, a capacidade e a data da próxima recolha a ser efetuada. Todos estes dados foram inseridos na base de dados da plataforma e são disponibilizados aos utilizadores da aplicação de forma livre.

Estes dados, fornecidos pela Amarsul, foram bastante importantes para modelar a informação referente aos ecopontos da aplicação, e também para entender quais as informações que podem ser inseridas por parte dos utilizadores na adição de novos pontos de recolha na plataforma, através de *crowdsourcing*.

Uma vez que estes dados não são estáticos, sendo alterados com alguma frequência, a Amarsul faz uma atualização diária dos mesmos. Esta atualização pode incluir novos ecopontos para a plataforma e/ou a atualização das datas das próximas recolhas dos contentores dos ecopontos, assim como outras atualizações associadas aos ecopontos já existentes.

Assim, foi necessário recorrer a um *cronjob* - agendador de tarefas - no servidor, para manter os dados da aplicação coerentes/consistentes com os dados atualizados pela Amarsul. De acordo com a análise das horas a que a Amarsul atualiza os seus dados foi definido que o *script* que atualiza os dados da plataforma é executado no servidor todos os dias às 9h00 e às 19h00. Este *script* tanto atualiza os dados dos ecopontos já existentes, como cria novos ecopontos na base de dados, de acordo com a informação disponibilizada.

## 5.3 Implementação do servidor

Tal como explicado no capítulo 4, na secção 4.3.1, o servidor da plataforma foi desenvolvido em *Spring* com a linguagem Kotlin. A principal função do servidor da aplicação é a obtenção dos dados provenientes da base de dados, e entregar estes à aplicação Android

desenvolvida para o cliente. Para além da conexão à base de dados o servidor é também responsável pelo processo de autenticação dos utilizadores à aplicação. O Spring utiliza o protocolo **REST** para as comunicações entre este e os seus clientes, que nesta dissertação é apenas a aplicação Android desenvolvida.

### 5.3.1 Fluxo de comunicação Servidor-Cliente

Sempre que a aplicação Android necessita de consultar dados da base de dados ou de tratar da própria lógica da aplicação, são invocados os serviços do servidor Spring. Para tal, o servidor foi desenvolvido sob o padrão arquitetural *Model-View-Controller*.

No servidor o modelo (*model*) representa as entidades da aplicação, isto é, pode ser visto como as tabelas da base de dados que armazenam a informação da plataforma. A *view*, tal como o nome indica, representa a vista do servidor, ou seja, todos os objetos que são retornados ao cliente, neste caso através de ficheiros JSON. Os controladores (*controllers*) são responsáveis por estabelecerem a comunicação com os clientes do servidor, através de *endpoints* HTTP GET, POST, PUT e DELETE.

A maioria das entidades criadas na aplicação têm um controlador correspondente, que irá receber os pedidos feitos para uma determinada entidade (ecopontos, utilizadores, famílias, depósitos, entre outras).

Por exemplo, sempre que a aplicação pede os detalhes sobre um ecoponto, terá de fazer um pedido HTTP GET para o endpoint */ecopontos/id*, onde *id* é o identificador do ecoponto em causa. Neste caso o controlador responsável pelo tratamento deste pedido tem por nome *EcopontosController*, uma vez que é ele o responsável por tratar de todos os pedidos referentes aos ecopontos.

Depois de receber o pedido o controlador encarrega-se de enviar o mesmo para o serviço responsável pelos ecopontos. Este serviço tem como principal funcionalidade comunicar diretamente com o repositório de dados (tabela na base de dados) e tratar de alguma lógica que possa existir para o pedido em causa. Quando obtém os dados, o serviço fica responsável por os enviar de volta para o controlador, que irá tratar de os retornar ao cliente, na resposta ao pedido HTTP GET.

Uma vez que o Spring faz uso do Hibernate, uma biblioteca de Mapeamento Objeto-Relacional (como explicado 4.3.1), tem de existir no controlador uma tradução do *Data Access Object (DAO)*, devolvido pelo serviço, em *Data Transfer Object (DTO)*, objeto a ser retornado ao cliente. O *DTO* é uma classe que representa a entidade em causa (no caso do exemplo acima, representaria a entidade 'ecoponto', com todos os seus atributos). O *DTO*, é também uma classe que é utilizada apenas para transferência de dados, e que permite simplificar o *DAO*, de maneira a não enviar para o cliente todos os atributos do ecoponto mas sim apenas os que são necessários ao cliente.

Os *DAO* representam o modelo do **MVC**, e podem ser vistos como uma interface que abstrai os dados de uma determinada tabela de uma base de dados, e que serve como elemento principal nas operações de **CRUD**, enquanto o *DTOs* representam a *view* no

**MVC**, responsável pela resposta dada ao cliente. Nesta plataforma os **DTOs** são objetos JSONs que são enviados no *body* da resposta HTTP ao pedido do cliente.

Esta transformação reduz o tamanho dos dados enviados do servidor para o cliente, tornando assim a resposta bastante mais rápida. A transformação também permite limitar os atributos enviados, o que é benéfico em termos de segurança.

Abaixo listam-se os controladores existentes na aplicação que tratam de receber os pedidos feitos pela aplicação Android ao servidor. Estes pedidos podem ser de GET (retorno de informação), POST (inserção de informação) e PUT (atualização de informação):

- **EcopontosController:** responsável pelos pedidos para ecopontos;
- **ContainersController:** trata dos pedidos feitos para obter os dados de um contentor em específico, assim como lida com operações de atualização dos seus dados;
- **ProfileController:** tem disponível os *endpoints* para os utilizadores da aplicação;
- **FamiliesController:** classe que trata da obtenção dos dados sobre as famílias, contém *endpoints* de leitura de informação sobre uma família, inserção de novos membros e obtenção da vizinhança de um família;
- **FeedbacksController:** *endpoints* para obter *feedbacks* adicionados aos pontos de recolha, e também trata da atualização das suas informações (inserção de comentários ou dar uma *feedback* como resolvido);
- **NotificationsController:** contém os pedidos dos utilizadores para obterem as suas notificações, assim como pedidos de atualização do atributo “vista”;
- **DepositsController:** responsável pelo registo dos depósitos de reciclagem dos utilizadores. Os utilizadores enviam qual o tipo de resíduo que estão a depositar. Este controlador é também responsável por fornecer os dados para a página de estatísticas da aplicação;
- **FactsController:** controlador responsável por retornar os factos e/ou curiosidades guardados na base de dados para a aplicação;
- **TasksController:** aqui são tratados os pedidos relativos às tarefas possíveis de realizar na aplicação. Este controlador serve como *backoffice* para a inserção de novas tarefas ou de atualização das já existentes (como por exemplo, a atualização dos pontos atribuídos por tarefa).

Para além dos controladores que recebem os pedidos dos clientes e dos serviços que tratam da lógica do sistema, constam também do servidor as interfaces dos repositórios da aplicação. É nestes repositórios que é tratada a camada persistente dos dados da aplicação, através do módulo *Spring Data JPA*, explicado anteriormente.

Os repositórios da aplicação estendem uma interface específica da *JPA*, a *JpaRepository*<sup>6</sup>. Esta herança permite que o *Spring Data* encontre esta interface e que crie automaticamente uma implementação para a mesma. Uma das funcionalidades mais importantes da implementação destas interfaces são os métodos de *CRUD*, mais relevantes, estarem automaticamente disponíveis para o *DAO* associado ao repositório, uma vez que este mantém o *DAO* persistente na base de dados.

Para além desta funcionalidade, a interface *JpaRepository* permite ainda incluir *queries* customizadas, onde é possível utilizar *queries* em *SQL* diretamente no *Spring*. Um exemplo destas *queries* pode ser encontrada na figura 5.4. Esta *query* devolve todos os ecopontos mais próximos de um utilizador, e faz também uso de uma funcionalidade do PostGIS, a (*st\_distance*), utilizada para o cálculo de distâncias.

```
@Query("
select eco from EcopontoDAO eco
left outer join ApprovalDAO approval on approval.ecoponto = eco
where (eco.isOfficial = true or approval.state = 1) and
      st_distance(eco.location, ST_GeographyFromText(:geom)) < :range")
fun getNearestGarbagePointsAvailable(
    @Param("geom") geom: String, @Param("range") range: Int
): List<EcopontoDAO>
```

Figura 5.4: *Query* customizada para obter os ecopontos mais próximos do utilizador, dado uma localização (parâmetro *geom*) e um raio (parâmetro *range*) como parâmetros

### 5.3.2 Autenticação

Tal como referido anteriormente, a autenticação da aplicação é feita através do módulo *Spring Security*<sup>7</sup>, disponível no *Spring*. Com a utilização do *Spring Security OAuth2*<sup>8</sup> é possível construir um servidor de autenticação para gerar um *token* de acesso, que é usado posteriormente para aceder aos *endpoints* do servidor de recursos.

A utilização do método de *OAuth* (*Open Authentication*) é um *standard* para autenticação e autorização baseada em *tokens* nas aplicações na internet. Este método permite que aplicações obtenham acesso aos serviços disponibilizados pelo servidor. Este método de autenticação foi escolhido devido ao servidor ser acedido por duas aplicações distintas, sendo que estas agem como aplicações terceiras.

Quando se utiliza *OAuth2* é necessário definir o tipo de *grant* (permissão) que é dado às aplicações, para terem acesso ao *token* que lhes fornece autorização de acesso ao servidor de recursos.

No servidor implementado foi escolhido o *grant* de password que consiste em 4 atores:

- **Dono do recurso:** entidade capaz de garantir o acesso aos recursos protegidos;
- **Aplicação Cliente:** plataforma que pretende ser autenticada;

<sup>6</sup><https://docs.spring.io/spring-data/jpa/docs/1.5.0.RELEASE/reference/html/jpa.repositories.html>

<sup>7</sup><https://spring.io/projects/spring-security>

<sup>8</sup><https://spring.io/projects/spring-security-oauth>

- **Servidor de autenticação:** servidor que fornece o *token* de acesso depois de autenticar com sucesso o dono do recurso e obter a autorização;
- **Servidor de recursos:** servidor que trata dos pedidos autenticados depois da aplicação cliente obter o *token* de acesso.

Sempre que uma aplicação cliente é autenticada com sucesso recebe dois *tokens* da parte do servidor de autenticação:

- **Token de acesso (ou *access token*):** enviado em cada pedido feito ao servidor de recursos, tem como objetivo autorizar o utilizador a aceder a um determinado recurso;
- **Token de refrescamento (ou *refresh token*):** usado para gerar um novo *token* de acesso quando este perde a sua validade. O tempo de validade deste *token* é superior ao *token* de acesso.

No diagrama representado na figura 5.5, é possível visualizar as interações entre os atores utilizados no processo de autenticação. O utilizador (Dono do recurso) insere na aplicação o seu nome de utilizador e password respetiva (**Passo 1**). Em seguida a aplicação comunica com o servidor de autenticação para obter um *token* de acesso para o utilizador, enviando o nome e password, juntamente com o *ClientID* (identificador público único da aplicação) e *ClientSecret* (segredo partilhado unicamente entre o servidor de autenticação e a aplicação) previamente fornecido à aplicação (**Passo 2**). Se estiver tudo correto, o servidor de autenticação devolve um *token* de autenticação para aplicação, que vai ser usado para obter os recursos necessários posteriormente (**Passo 3**).



Figura 5.5: Fluxo de interações entre os diferentes atores do tipo de *grant* utilizado (*password grant*)

De maneira a controlar o acesso aos recursos da plataforma, os utilizadores que iniciam sessão na mesma podem ter diferentes *roles* associadas. De acordo com a *role* do utilizador, é possível restringir o acesso aos *endpoints* do servidor, através da anotação

`@PreAuthorize` antes da definição de cada método nos controladores do sistema que se quer restringir o acesso.

Os possíveis roles dos utilizadores da aplicação são:

- **Utilizadores PLAYERS:** são os utilizadores jogadores do sistema, que se podem registar na aplicação por vontade própria, e cujo principal objetivo é consumir os dados sobre os pontos de recolha e registar os depósitos efetuados;
- **Utilizadores Companhia:** representam os perfis de utilizador que agem sob companhias. No momento da escrita desta dissertação existe apenas uma companhia registada na aplicação, a Amarsul. Esta companhia tem um perfil próprio;
- **Utilizadores ADMIN:** administradores do sistema que podem aceder, inserir e atualizar qualquer recurso da plataforma.

Por padrão, o *Spring Security OAuth* fornece uma *InMemoryTokenStore* que armazena os *tokens* gerados em memória, isto é, estes *tokens* estão apenas disponíveis enquanto o servidor está a correr. Se este se desligar, ou se precisar de reiniciar, os utilizadores teriam de voltar a fazer *login* na aplicação, pois o servidor não mantém os *tokens* gerados em memória.

A solução encontrada para este problema foi manter uma *token store* (armazém de *tokens*) persistente, a *JdbcTokenStore*, que permite guardar os *tokens*, gerados pelo servidor de autenticação, na base de dados do sistema. A figura 5.6 mostra as duas tabelas que foram criadas na base de dados, para conseguir este efeito.

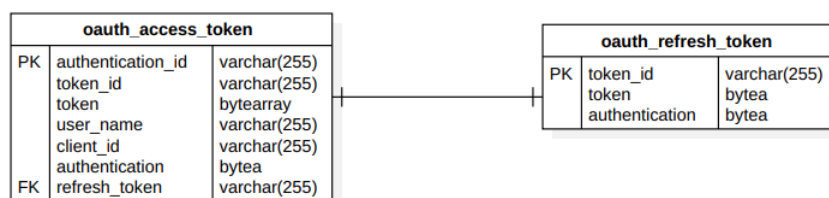


Figura 5.6: Tabelas que armazenam os *tokens* de autenticação e refrescamento

### 5.3.3 Métodos de aprovação de pontos de recolha e *feedbacks*

Tal como referido anteriormente, sempre que um utilizador insere um novo ponto de recolha ou reporta um *feedback*, esta informação tem de ser validada pela restante comunidade de utilizadores ou pelos administradores da plataforma.

Para estudar qual o método que se aplicaria melhor à aprovação da informação inserida, foram elaborados dois modelos de aprovação.

O primeiro modelo é o utilizado na aprovação de pontos de recolha e consiste no seguinte: quando um utilizador decide inserir um ponto de recolha, numa determinada localização, tem de inserir todas as informações sobre o mesmo, nomeadamente a sua

fotografia e os contentores que aí estão presentes. Uma vez inserido, o ponto de recolha passa para o estado de “*Aguardar aprovação*”, passando em seguida para o estado “*Rejeitado*” se passadas 2 semanas não tiver sido aprovado ou para o estado “*Aprovado*” se conclui a sua aprovação com sucesso. Os utilizadores que se encontrarem a menos de 250 metros desse ponto de recolha recebem uma notificação de como têm um novo ponto de recolha para aprovar na sua área. Assim, um ponto de recolha é dado como “*Aprovado*” se a soma dos pontos dos utilizadores que o aceitaram totalizar 500 pontos, ou é dado como “*Rejeitado*” se a soma dos pontos dos utilizadores que o rejeitaram totalizar também 500 pontos. Ou seja, este modelo é diretamente baseado na fiabilidade dos utilizadores que estão a aceitar/rejeitar o pedido de aprovação, e terá de ser ajustado consoante a utilização da aplicação crescer.

Para garantir que, passadas as 2 semanas, os pontos de recolha que não tenham os pontos necessários (quer de aceitação, quer de rejeição) são rejeitados, foi desenvolvido um *script* que é executado como um *ScheduleJob* (tarefa planeada), todos os dias às 00h30. Este *script* verifica, para todas as aprovações que ainda não foram nem aceites nem rejeitadas, se já passaram o prazo máximo de 2 semanas. Em caso afirmativo o ponto de recolha é automaticamente dado como “*Rejeitado*”.

Para a aprovação dos *feedbacks* reportados a pontos de recolha, foi desenvolvido um modelo semelhante, mas que utiliza apenas o número de utilizadores a aceitarem ou rejeitarem o *feedback*, em vez dos seus pontos. Quando um *feedback* é reportado a um ponto de recolha, este é enviado para aprovação. Tal como nas aprovações a novos pontos de recolha, os utilizadores que se encontrarem a menos de 250 metros do local ao qual o *feedback* foi inserido, vão ser notificados para aprovarem ou rejeitarem-no. Para aprovar um *feedback* é necessário que pelo menos 2 utilizadores aceitem o *feedback*, sendo o mesmo número para a sua rejeição. Também, e à semelhança das aprovações a pontos de recolha, um *feedback* que seja enviado para aprovação e que não reúna os utilizadores necessários para a sua aceitação, será dado como “*Rejeitado*” ao fim de 2 semanas, num processo bastante idêntico ao relatado para os pontos de recolha.

## 5.4 Implementação do cliente

Nesta secção é relatada a implementação da aplicação em smartphones com o sistema operativo Android. Esta secção está dividida de acordo com as funcionalidades implementadas na aplicação, sendo que, para cada funcionalidade, existe um *storyboard* que demonstra a interação entre os diferentes *layouts* da aplicação. Para cada funcionalidade é ainda explicada como foi implementada a solução, quer a nível da vista apresentada ao utilizador, quer a parte lógica de integração com os dados provenientes do servidor.

### 5.4.1 Design geral da aplicação

Nesta secção são discutidos alguns detalhes associados ao design da aplicação, nomeadamente quais as bibliotecas usadas para desenhar as páginas nas aplicações, assim como foi efetuada a ligação entre as mesmas. Também são discutidas algumas bibliotecas importantes que ajudaram na implementação da aplicação

#### 5.4.1.1 Atividades e fragmentos

Ao contrário dos paradigmas de programação que arrancam com uma chamada ao método `main()`, o sistema android inicia-se através da instânciação de uma atividade, que contém ciclos de vida específicos [8].

Uma atividade fornece uma página onde é desenhada a interface gráfica mostrada ao utilizador, sendo que esta página pode ou não preencher todo o tamanho do ecrã. Uma vez que uma aplicação pode ter várias atividades associadas, para cada página da aplicação, é necessário especificar qual a atividade principal que será mostrada quando o utilizador abre a aplicação. A partir da atividade principal pode-se iniciar outras atividades, que são vistas como outras páginas da aplicação. A atividade que é tida como principal é definida no manifesto da aplicação.

A aplicação desenvolvida nesta dissertação contém apenas duas atividades. A primeira atividade é mostrada ao utilizador quando este abre a aplicação. Esta atividade é responsável pelo processo de início de sessão e registo de utilizador. Mesmo que o utilizador mantenha a sessão iniciada esta atividade é sempre instanciada pois sempre que o utilizador abre a aplicação é necessário proceder à sincronização dos dados que a aplicação tem guardados internamente com os dados do servidor.

A segunda atividade corresponde a todas as restantes funcionalidades da aplicação, e contém uma barra de topo, um menu de navegação inferior para alternar entre as funcionalidades e um *FrameLayout* responsável por alterar o conteúdo consoante o item do menu escolhido pelo utilizador. Este *FrameLayout* serve para dispor os vários fragmentos que vão mostrar as páginas das funcionalidades da aplicação. Um fragmento representa uma parte da interface gráfica e podem ser combinados vários fragmentos numa única atividade para criar e reutilizar interfaces. Os fragmentos pode ser adicionados ou removidos de uma atividade, no entanto, mantêm o seu próprio ciclo de vida, independente do ciclo de vida da atividade que o gerou. O fragmento depende diretamente da atividade pai onde este está “hospedado”. Por exemplo, quando uma atividade é pausada, todos os fragmentos dentro dessa atividade também o são. Enquanto uma atividade estiver em execução processa-se cada fragmento de forma independente.

Para o utilizador poder voltar à página onde estava, isto é, retroceder no fragmento que estava disposto na interface, os fragmentos são dispostos em pilha dentro do *FrameLayout* criado para a sua alocação. Os fragmentos são geridos pelo *FragmentManager*, que mantém informação sobre os fragmentos criados até ao momento, retira fragmentos da pilha e regista *callbacks* para alterações nessa pilha.

A principal motivação para a implementação de fragmentos foi o facto de se poder manter constante a barra de topo e o menu de navegação inferior, enquanto se altera o conteúdo mostrado ao utilizador. Assim, as transações entre as funcionalidades tornam-se mais suaves, o que evita a repetição de código igual para todas as funcionalidades. A possibilidade da reutilização dos fragmentos permitiu também manter o código mais limpo e de fácil leitura e análise.

#### 5.4.1.2 Desenho de layouts

O *layout* da aplicação define a estrutura das interfaces gráficas da mesma. Um *layout* é composto por várias vistas (*views*), que juntas, formam o design da aplicação e a sua interação com o utilizador.

Ao conjunto de *Views* dá-se o nome de *ViewGroup*, que define a estrutura usada para posicionar as diferentes *Views* nos ecrãs da aplicação. Uma *view* pode ser representada por um botão, uma caixa de texto, uma imagem, ou até um *nested view group*, que compõe várias *views* dentro do mesmo grupo.

Um *layout* pode ser declarado através de um ficheiro XML onde está contido o *ViewGroup* associado ao *layout* e às diferentes *Views* aí declaradas, e também se podem instanciar estes elementos em ambiente de execução programaticamente. Nesta aplicação foi usado apenas a declaração de ficheiros XML para o desenho das interfaces gráficas. Existem então várias formas de declarar *ViewGroups*, sendo que nesta aplicação foram utilizados o *LinearLayout* e o *ConstraintLayout*.

Na *ViewGroup LinearLayout*, as *views* declaradas são dispostas numa coluna que pode ser horizontal ou vertical. Através do atributo *android:layout\_weight* é possível definir para cada *view* dentro do grupo o peso que tem, em termos de percentagem, permitindo distribuir igualmente ou não as *views* dentro do *layout*.

O *ConstraintLayout* serve para criar páginas de maior complexidade numa hierarquia de visualização. As *views* aqui declaradas são dispostas tendo em conta as *views* pai e irmãs, ou seja, o posicionamento de uma *view* pode depender do posicionamento de uma *view* ao mesmo nível.

Na figura 5.7, a *view* B encontrar-se-á sempre posicionada à direita da *view* A e a *view* C abaixo da *view* A, sendo que a *view* A não tem qualquer restrição de posicionamento. Este tipo de restrições não é possível aplicar no *LinearLayout*, tendo sido bastante importante, no desenvolvimento das páginas da aplicação, a utilização deste tipo de *layout*.

#### 5.4.2 Design das funcionalidades

Nesta secção explica-se em detalhe alguns pormenores do design da aplicação, através da elaboração de *storyboards* para as páginas mais importantes. Esta secção foi dividida pelas funcionalidades existentes em cada um dos menus de navegação presente na aplicação.

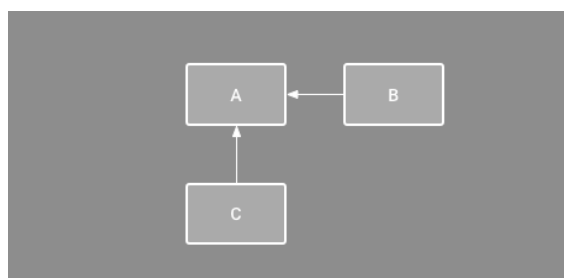


Figura 5.7: Restrições de *layout* vertical e horizontal, retirado de <https://developer.android.com/training/constraint-layout> (consultado em 2020)

### 5.4.2.1 Início de sessão na aplicação e registo de utilizadores

No *storyboard* da figura 5.8 podem ser visualizadas as interações dos utilizadores na página de início de sessão e também como é efetuado o registo de novos utilizadores na aplicação.

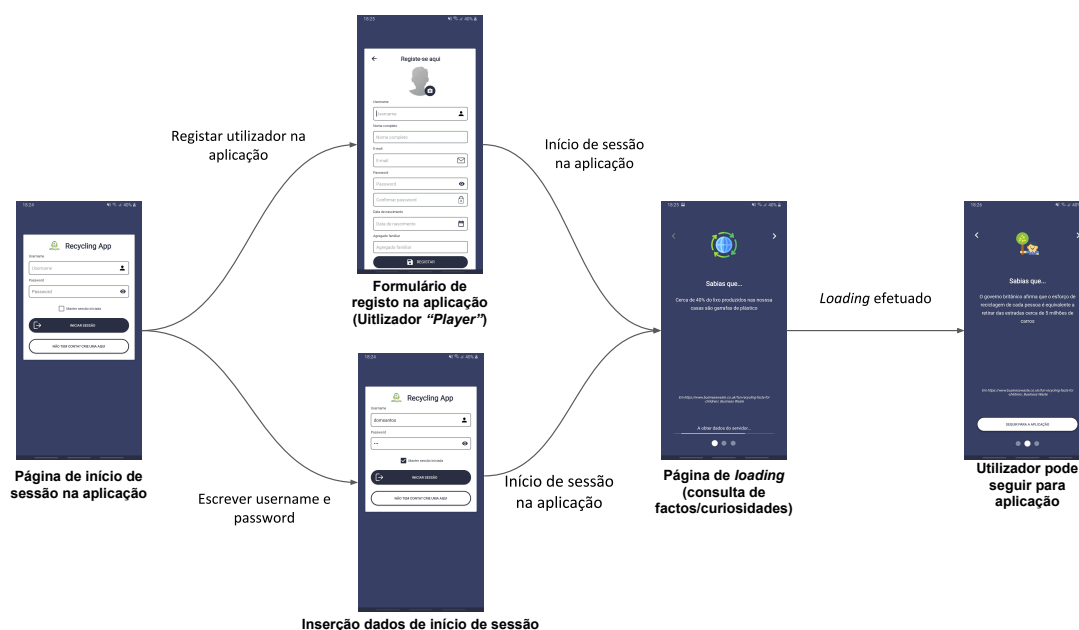


Figura 5.8: Storyboard referente às interações presentes na página de login da aplicação

Esta página de login foi efetuada numa das duas únicas atividades existentes na aplicação, tal como explicado em 5.4.1.1.

Se o utilizador pretender iniciar sessão na aplicação basta preencher os dois campos de username e password, e clicar em “Iniciar Sessão” de seguida.

Para iniciar sessão a aplicação faz um pedido POST ao servidor para a rota `/oauth/token`.

Neste pedido está incluído o *client id*, o *client secret*, o username e a password para fazer a autenticação no servidor de autenticação, tal como explicado em 5.3.2. Como o servidor está implementado pelo protocolo HTTPS e com certificado SSL, os dados transmitidos

são encriptados, estando assegurada a segurança dos mesmos.

O *layout* para a página de início de sessão foi criado através de um *ConstraintLayout* com dois *CardViews*, um para o formulário do login e outro para o registo de utilizador.

Depois do utilizador iniciar sessão na aplicação é disponibilizada uma página com três factos/curiosidades que o utilizador pode consultar. Os diferentes factos(curiosidades foram implementados através de um *ViewPager* que permite deslizar entre fragmentos, sendo cada facto/curiosidade associado a um fragmento.

Estas curiosidades servem para o utilizador começar logo de início a interagir com a aplicação, assim como também dar a conhecer a este mais informações sobre processos de reciclagem.

Enquanto estas curiosidades são apresentadas, em background a aplicação pede ao servidor as informações necessárias para iniciar a aplicação.

Com o *token* gerado no login a aplicação pede ao servidor os pontos de recolha para os popular no mapa (pedido GET para */ecopontos/available*), as notificações do utilizador (pedido GET para */notifications/userId*), informação sobre a sua família, no caso do utilizador já estar associado a alguma (pedido GET para */families/familyId*) e informações gerais do utilizador como nome completo, ponto de recolha favorito, data de nascimento, entre outras.

Uma vez que a base de dados dispõe de milhares de pontos de recolha, para diminuir o tempo de resposta do utilizador ao pedido dos pontos de recolha a informação que o servidor envia neste primeiro pedido corresponde apenas à informação mínima necessária para apresentar uma *preview* das informações.

Caso o utilizador pretenda saber mais informações sobre um ponto de recolha, terá de consultar os seus detalhes, e aí fazer um novo pedido GET, como se pode verificar em 5.4.2.2. Também para o tratamento dos dados recebidos ser mais rápido é armazenada, em cache, a última data em que a aplicação fez o *fetch* ao servidor para cada entidade (quer pontos de recolha, quer notificações, quer família). Assim, quando o utilizador volta a abrir a aplicação, esta informação é passada ao servidor, para este só enviar pontos de recolha que tenham sido modificados ou inseridos depois dessa data, sendo que o mesmo acontece para as notificações e para a família.

Quando a aplicação recebe e processa os dados, a barra de progresso que está ativa desaparece e é mostrado, ao utilizador, um novo botão que permite que este avance. Quando o utilizador clica neste botão, é sobreposta uma nova atividade no ecrã, correspondente ao mapa da rede de pontos de recolha.

#### 5.4.2.2 Mapa da rede de pontos de recolha

Nesta secção da aplicação encontra-se a maioria das funcionalidades da plataforma.

Depois do utilizador iniciar sessão na aplicação é mostrada a página representada na figura 5.9.

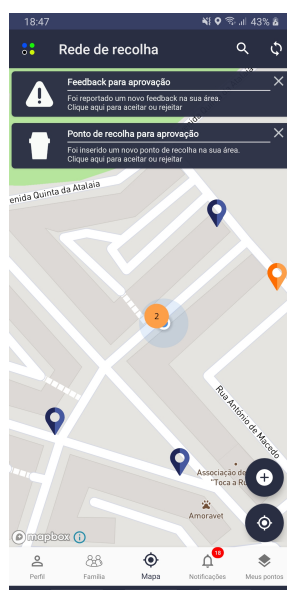


Figura 5.9: Página inicial da aplicação (depois do login)

Esta página é constituída pelo menu de navegação inferior, com botões para as várias funcionalidades da aplicação; a barra de topo, que é personalizada de acordo com o item do menu que está selecionado; e pelo conteúdo correspondente à secção da aplicação em que o utilizador se encontra, que no caso da figura é o mapa da rede de recolha.

Quando o utilizador entra pela primeira vez na aplicação é pedido que este permita à aplicação obter os seus dados de localização corrente, de modo a poder posicioná-lo no mapa. Assim que o utilizador autoriza a obtenção da sua localização atual são feitos dois pedidos ao servidor, um que pergunta pelos pontos de recolha que o utilizador tem para a aprovação, e outro para pedir os *feedbacks* que tem para aprovação. Estes dois pedidos só podem ser feitos nesta altura, uma vez que é necessário obter a sua localização para lhe fornecer os pontos de recolha/*feedbacks* para aprovação mais próximos de si, visto esta funcionalidade de aprovação ser limitada aos utilizadores mais próximos.

Tal como descrito na secção 4.3.2, do capítulo 4, o mapa é disponibilizado pelo Mapbox, e é inicializado com um nível de detalhe de 14, de forma a serem visíveis os pontos de recolha que o utilizador tem à sua volta. Apesar disto, o nível de detalhe pode ser alterado pelo utilizador, através do tradicional movimento de pinça no ecrã. Ao diminuir o detalhe, os pontos começam a ser aglomerados em *clusters*, de maneira a não se sobrepor uns em cima dos outros. Para a disposição dos marcadores no mapa, o SDK do Mapbox para Android fornece os marcadores separados em camadas (*layers*), ou seja, os pontos a azul (fontes oficiais, como Amarsul) estão numa camada, enquanto os pontos a laranja (fornecidos pelos utilizadores) correspondem a outra camada diferenciada da anterior.

Os *clusters* existentes são também eles uma nova camada no mapa, denominada por *CircleLayer*, e contém um círculo com o número de marcadores dentro do *cluster*. O Mapbox fornece ainda um evento de *onClick* que permite descobrir em que camada se

está a clicar, e assim saber se o utilizador está a clicar sobre um ponto de recolha, e aí é aberta uma pré-visualização dos seus detalhes, ou se está a clicar num *cluster*, sendo aí aumentado o nível de detalhe do mapa.

### 5.4.2.3 Filtragem dos pontos de recolha

Uma das funcionalidades do mapa é a filtragem dos pontos de recolha pelo tipo de material recolhido, e a sua interação pode ser encontrada no *storyboard* da figura 5.10.



Figura 5.10: Storyboard referente à funcionalidade de filtragem

Para o utilizador filtrar os pontos de recolha no mapa, foi inserida uma lista *dropdown* na barra de topo da página, que só aparece depois de se clicar no ícone de pesquisa. O utilizador pode filtrar por vários tipos de materiais, sendo que terá de clicar depois no ícone de submissão para terminar a escolha. Quando o utilizador clica neste ícone é apresentado um *CardView* com a informação de qual o material que está a ser filtrado, e os pontos de recolha que não recolhem esse material deixam de ser visíveis no mapa. Todo este processo de filtragem é efetuado do lado do cliente, o que permite reduzir a sobrecarga no servidor. Como o conteúdo do fragmento referente ao mapa está desenhado sobre um *ConstraintLayout*, foi apenas necessário referir que este *CardView* seria alinhado ao topo do *layout*, que corresponde à parte de baixo da barra de topo.

Num ficheiro XML usado para desenhar um *ConstraintLayout*, a ordem em que aparecem as *views* é importante para o seu aparecimento no ecrã. Assim, no ficheiro XML referente ao desenho desta interface, o *CardView* aparece a seguir à *view* do mapa (disponibilizado pelo Mapbox), daí o *CardView* da filtragem aparecer por cima da *view* do mapa.

#### 5.4.2.4 Detalhes de um ponto de recolha

Como explicado anteriormente, quando um utilizador clica sobre um dos pontos de recolha no mapa, são disponibilizadas algumas informações sobre esse ecoponto. O *storyboard* apresentado na figura 5.11 exemplifica isso mesmo.



Figura 5.11: Storyboard referente aos detalhes de um ecoponto

Ao clicar sobre um ponto de recolha, é apresentado ao utilizador um *CardView* com algumas informações relacionados com o ponto de recolha. Se o utilizador pretender saber mais informações, pode clicar sobre o próprio *CardView*, sendo redirecionado para a sua página de detalhes. Tal como referido anteriormente, no momento em que o utilizador acede à aplicação, esta não dispõe de toda a informação detalhada dos pontos de recolha, apenas uma pequena parte (aquela que é mostrada no *CardView* depois do clique no marcador no mapa). Assim, no momento do clique a aplicação pede ao servidor, através de um pedido GET para a rota */ecopontos/id*, onde *id* é o identificador do ponto de recolha que o utilizador selecionou.

Se na resposta do servidor não constar a morada da localização do ecoponto então o Android é ainda responsável por obter, através do serviço da *Nominatim* de *reverse-geocoding*, a respetiva morada a partir da sua latitude e longitude. Quando esta é obtida o Android passa-a para o servidor através de um pedido PUT para a mesma rota. Assim, é também utilizado *crowdsourcing* para povoar o campo *address* de cada ecoponto, à medida que os utilizadores vão pedindo os seus detalhes.

A página detalhada do ponto de recolha é composta por 3 *tabs*, uma referente à página de detalhes, representada na figura 5.12, outra referente aos *feedbacks* inseridos nesse ponto de recolha que já foram aprovados, na figura 5.12a, e a última sobre a classificação existente nesse ponto de recolha, que refere os depósitos feitos pelos utilizadores, representado na figura 5.12b.

A gestão das *tabs* é implementada através de uma *ViewPager* que altera o fragmento visível, à medida que o utilizador vai deslizando para a direita ou para a esquerda, sendo que as *tabs* em cima são obtidas através de uma componente, o *TabLayout*, que respeita as *guidelines* do *Material Design*<sup>9</sup>, desenvolvido pela Google.

<sup>9</sup><https://material.io/design/>

## 5.4. IMPLEMENTAÇÃO DO CLIENTE

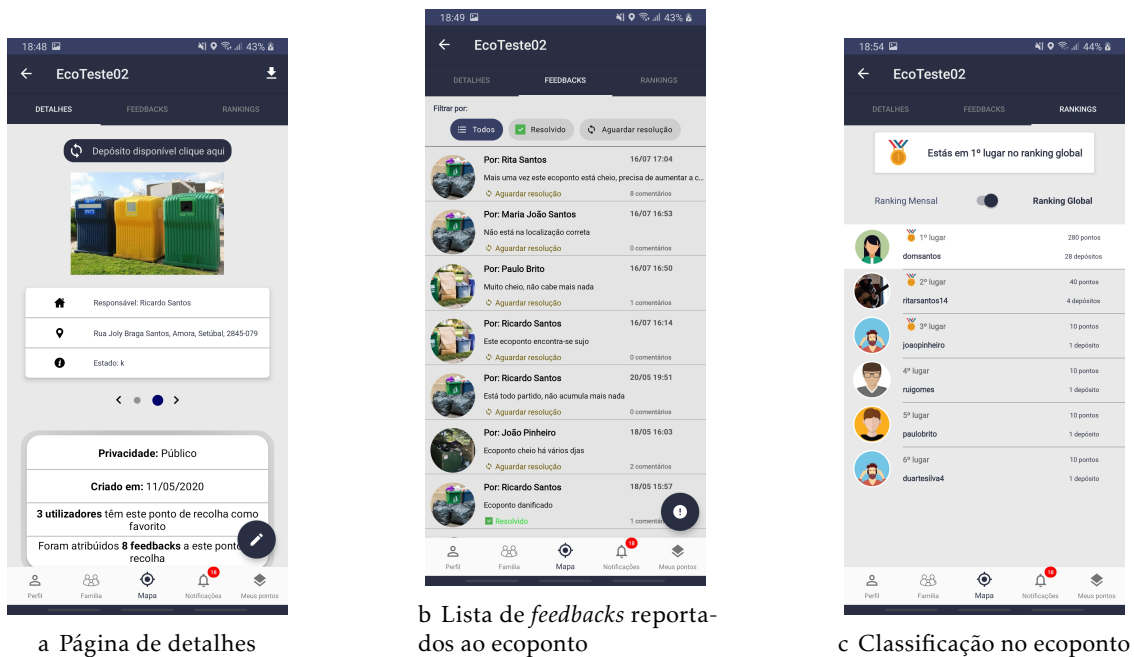


Figura 5.12: *ViewPager* com a página de detalhes, *feedbacks* e rankings de um ecoponto

Na figura 5.13 são representadas as interações na *tab* Feedbacks da página de detalhes do ponto de recolha.



Figura 5.13: Storyboard referente aos *feedbacks* reportados a um ecoponto

A lista de *feedbacks* mostra todos os *feedbacks* que já foram reportados ao ponto de recolha e que se encontram já aprovados pela comunidade e/ou administradores do sistema. Para criar uma lista, foi adicionado ao *layout* da página uma *RecyclerView*. O

*layout* de cada item da lista é definido à parte, sendo depois associado à *RecyclerView* através de um *adapter*. Este *adapter* é ainda responsável por atualizar a lista, caso os itens sejam atualizados, o que pode acontecer, por exemplo, quando um utilizador insere um novo comentário a um dos *feedbacks*, e quando volta à lista o item que lhe corresponde tem de ser atualizado com mais um comentário.

Antes do utilizador entrar na página de *feedbacks*, estes já se encontram carregados na lista, logo após a aplicação receber, do servidor, esta informação. Cada fragmento, em cada *tab*, é montado antes do utilizador navegar para essa *tab*, o que fornece uma melhor experiência ao utilizador, por este ver já todas as *views* do *layout* montadas na página, diminuindo o tempo de carregamento da mesma.

Neste *layout* está ainda disponível um botão onde o utilizador pode inserir um novo *feedback* ao ponto de recolha. Ao clicar com sobre botão é aberto um *dialog*, um ecrã que se sobrepõe à página de *feedbacks*, e que contém um formulário com todos os campos de preenchimento obrigatório. O utilizador pode ainda carregar uma fotografia da sua galeria ou tirar diretamente uma fotografia na aplicação. Antes deste processo o utilizador tem de permitir o acesso ao sistema de ficheiros do Android (para carregar a fotografia na sua galeria) e/ou permitir o acesso à câmara pela aplicação (no caso de optar por tirar uma fotografia).

A fotografia, seja tirada pela câmara, seja carregada pela galeria resulta num tipo de dados bitmap, que é utilizado para depois colocar a fotografia na *ImageView* presente no *dialog*. Uma vez que este processo de carregamento da fotografia implica leitura e escrita no disco do telemóvel, foi necessário recorrer às corrotinas, de maneira a tratar deste processo no *Dispatchers.IO* (responsável por operações pesadas de leitura e escrita em disco) e não na *thread* principal, o que bloquearia a execução deixando a aplicação congelada até que o processo de carregamento da fotografia fosse concluído. Ao tratar desta execução no *Dispatchers.IO*, permite que a *thread* de execução principal apresente ao utilizado um spinner, dando feedback ao utilizador de que algo está a ser tratado em *background*.

Após o utilizador submeter o *feedback* o formulário escrito é enviado para o utilizador da aplicação, enquanto a fotografia é carregada no Firebase Storage diretamente pelo Android.

Depois deste processo de submissão, o utilizador visualiza uma mensagem, também através de um *dialog*, para o informar que o *feedback* passará agora por um período de aprovação, antes de ser colocado na lista de *feedbacks* do ponto de recolha, fornecendo assim, ao utilizador, o resultado das suas ações.

Dentro da página detalhada do ponto de recolha existe ainda uma *tab* referente à classificação mensal e global dos utilizadores nesse ponto. No *storyboard* da figura 5.14 são representadas essas duas classificações. No momento do carregamento da página de detalhes são feitos dois pedidos ao servidor, um para obter a classificação do mês corrente, e outra para obter a classificação global de todos os meses. Esta classificação tem apenas em conta os depósitos efetuados pelos utilizadores no ponto de recolha em causa.

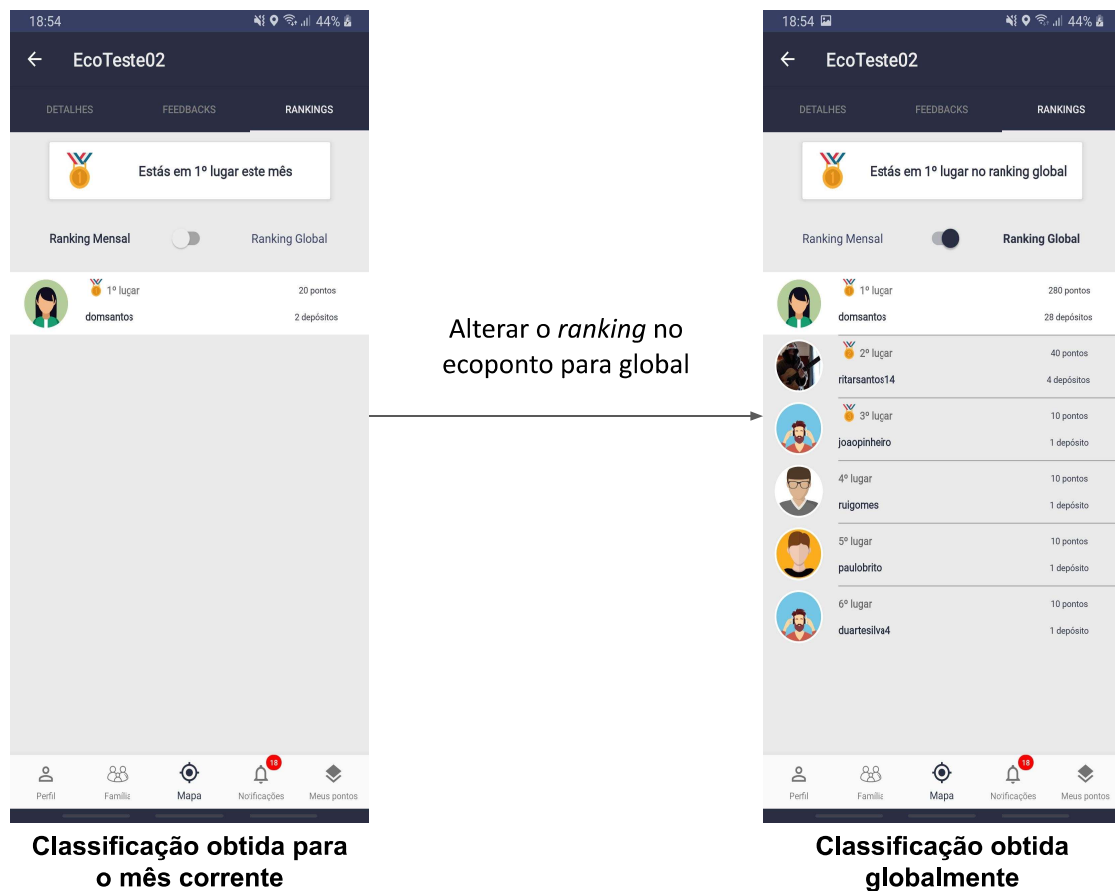


Figura 5.14: Storyboard referente à classificação no ecoponto, tendo em conta os depósitos aí efetuados

Para ser mais fácil o utilizador identificar em que classificação se encontra, no topo da página é apresentada uma *CardView* com a essa informação. O item correspondente ao utilizador está ainda marcado na lista a branco, para o diferenciar dos outros utilizadores. Caso o utilizador ainda não tenha efetuado um depósito no ponto de recolha, este não aparece na lista, e essa informação é apresentada na *CardView*. Através do *toggle*, o utilizador pode alterar a visualização de classificações, de mensal para global, ou vice-versa.

Mais uma vez, para a implementação da lista, foi utilizado um *RecyclerView* com um *ViewHolder* que permite definir o *layout* para cada item da lista.

#### 5.4.2.5 Registrar um depósito na aplicação

Para registar um depósito num ponto de recolha é necessário que o utilizador se encontre a menos de 20 metros desse ponto. Esse cálculo é obtido no momento em que o utilizador clica no marcador do ponto de recolha no mapa, através de uma classe de dados do Android, a *Location* <sup>10</sup>. Esta classe permite criar um objeto dadas uma latitude e longitude,

<sup>10</sup><https://developer.android.com/reference/android/location/Location.html>

e fornece um método, o *distanceTo*, que devolve o número de metros, em linha reta, entre duas localizações.

Caso este cálculo retorne um valor menor que 20, é disponibilizado, ao utilizador, na pré-visualização dos detalhes do ponto de recolha, um botão para registar o depósito.

Outra das opções dadas ao utilizador de registar o depósito é através da página de detalhes do mesmo, clicando sobre o botão “*Depósito disponível clique aqui*”.

Na figura 5.15 está representado o fluxo de interações para o registo de um depósito na aplicação. Quando o utilizador clica sobre uma destas opções é aberto um *dialog* com as diferentes opções de resíduos recolhidos nesse ponto. Estas opções têm em conta os materiais depositados nesse ponto de recolha, sendo que o utilizador só pode escolher um de cada vez.

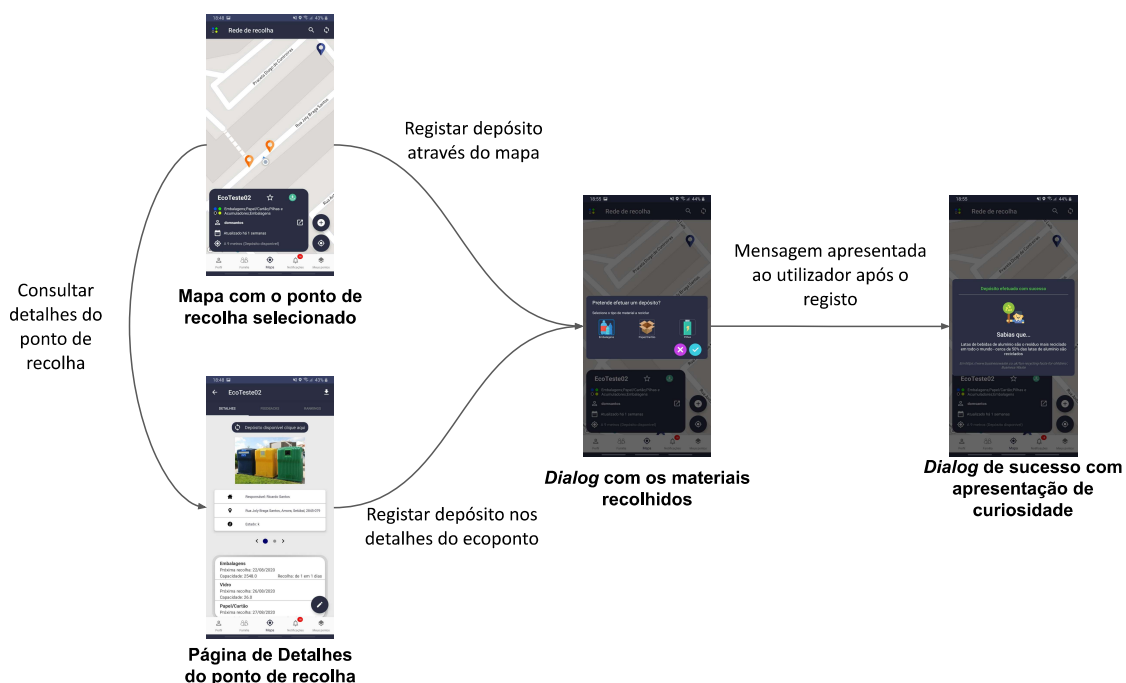


Figura 5.15: Storyboard referente ao registo de um depósito no ecoponto

Após esta escolha e do utilizador confirmar a sua ação aparece outro dialog com uma curiosidade sobre o tipo de material registado e também informação que o depósito foi efetuado com sucesso.

Para evitar que os utilizadores inserissem depósitos apenas para somar pontos na aplicação, foi inserido um limite de horas entre depósitos do mesmo material. Os registos de depósito do mesmo tipo de material são apenas permitidos de 16 em 16 horas.

O exemplo representado na figura 5.16 representa isso mesmo. O utilizador tentou registar um depósito do tipo “Embalagens”, quando o seu último depósito deste tipo de material foi há menos de 16 horas. No entanto, o utilizador pode registar outro tipo de material dentro deste período.

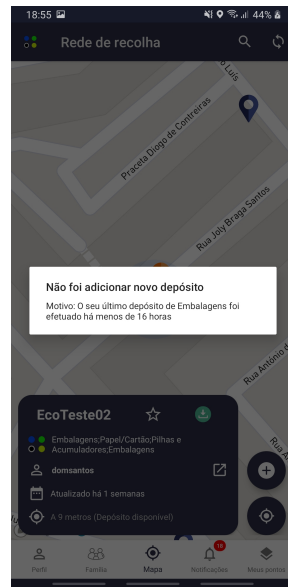


Figura 5.16: Depósito efetuado sem sucesso

Tal como referido nas funcionalidades da plataforma, em 4.1, a aplicação também deteta por onde o utilizador passou, a fim de perceber se este se aproximou de algum ponto de recolha, o que pode significar que o utilizador foi reciclar. Esta funcionalidade permite assim aumentar a utilização do registo de depósitos pelos utilizadores, e contribuir para o aumento da reciclagem na comunidade.

O *storyboard* da figura 5.17 representa as interações dos utilizadores com esta funcionalidade do sistema.



Figura 5.17: Storyboard referente à sincronização das localizações do utilizador

Quando um utilizador vai reciclar, este pode levar consigo a aplicação aberta para, que esta detete a sua localização. Quando o utilizador chega a sua casa pode sincronizar as suas localizações mais recentes através do botão de sincronização disposto na barra de topo do mapa.

Ao sincronizar as localizações é enviado para o servidor um *array* com as últimas localizações do utilizador, isto é, as localizações obtidas desde que o utilizador abriu a aplicação pela última vez. O servidor por sua vez percorre todas as localizações e verifica quais os pontos de recolha que se encontram a menos de 20 metros das mesmas. Após esta computação, o servidor envia, como resposta, um *array* de ecopontos que obedecem a estas restrições. Este *array* de ecopontos é disposto em lista, através de uma *RecyclerView*, onde o utilizador pode selecionar o ecoponto onde foi feito o depósito e registar o mesmo.

A rota efetuada pelo utilizador pode ainda ser vista num mapa onde é apresentado o trajeto percorrido por ele, assim como os pontos de recolha por onde este passou. Esta rota é desenhada através da inserção de uma *layer* específica no mapa, a *LineLayer*, utilizada para desenhar linhas entre pontos. Neste mapa o utilizador pode clicar sobre um dos ecopontos (representados pelos marcadores) e efetuar o registo do depósito.

Sabendo que num trajeto o utilizador pode registar mais que um depósito de material diferente, é apresentado um *dialog* ao utilizador que pergunta se este deseja terminar ou se quer continuar a registar mais depósitos.

Para não obrigar o utilizador a ter de clicar no botão de sincronizar sempre que este pretende combinar as suas últimas localizações, foi desenvolvida uma funcionalidade que atua em background através da biblioteca *WorkManager*<sup>11</sup>. Com esta biblioteca é possível colocar periodicamente a aplicação a sincronizar as suas localizações mais recentes com o servidor, de hora em hora, e caso haja sucesso a aplicação notifica o utilizador através de uma *push notification*, tal como demonstrado na figura 5.18. O *WorkManager* permite ainda definir restrições na execução da tarefa, sendo que neste caso foi definida a restrição de conectividade à internet. Ou seja, se chegar a hora do *WorkManager* executar a tarefa e o telemóvel não esteja conectado à internet, então o próprio *WorkManager* adia a sua execução até que o telemóvel se ligue à rede.

### 5.4.2.6 Inserir um novo ponto de recolha na aplicação

Uma das funcionalidades que utiliza *crowdsourcing* na aplicação é a inserção de novos pontos de recolha na aplicação por parte dos seus utilizadores. Esta funcionalidade tem como principal objetivo expandir os dados da aplicação para áreas fora da área de atuação da Amarsul, isto é, a margem sul do Tejo.

Nesta funcionalidade não existe limite de inserções num período de tempo, uma vez que uma inserção depende sempre da aprovação por parte da comunidade ou administradores do sistema. Esta funcionalidade não traduz nenhuma opinião do utilizador, como é o caso dos *feedbacks*, mas sim uma informação objetiva.

---

<sup>11</sup><https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/workmanager>

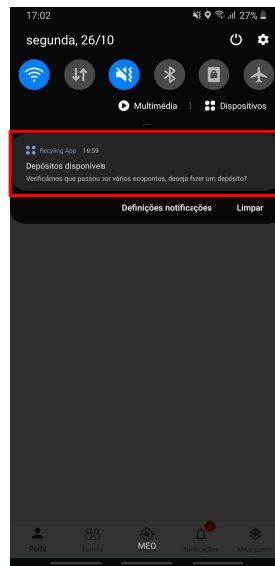


Figura 5.18: O utilizador é notificado quando se deslocou perto de um ecoponto e não sincronizou as localizações manualmente dentro da aplicação

Na figura 5.19 está representado o *storyboard* referente ao fluxo de inserção de um ponto de recolha. Para inserir um novo ponto de recolha o utilizador tem de clicar no botão de inserção disponível no mapa geral da aplicação. Quando carrega neste são disponibilizados dois formulários, um que diz respeito aos detalhes sobre o próprio ponto de recolha, como localização e fotografia, e outro onde é pedido ao utilizador que insira quais os contentores que esse local tem disponível para depósitos. Estes dois formulários são disponibilizados através de uma *ViewPager*, e caso o utilizador se esqueça de preencher um deles é redirecionado para a tab onde faltam preencher dados.

É ainda de realçar a forma como os utilizadores inserem a localização do ponto de recolha, sendo que existem duas opções para o fazer. O utilizador pode optar por selecionar a localização atual, isto é, indica que o ponto de recolha está localizado onde o utilizador se encontra no momento, ou então pode optar por escolher no mapa a sua localização. No caso de optar por esta segunda alternativa, é apresentado um marcador que se move à medida que o utilizador arrasta o mapa, e quando está na localização pretendida carrega sobre o botão “*Selecionar localização*”. Quando o faz é ainda informado, no topo do mapa, qual a morada da localização que escolheu, através de uma chamada ao serviço de *reverse geocoding* do *Nominatim*. Como a informação de localização é necessária num fragmento (o do formulário), mas é obtida noutro fragmento (onde o utilizador seleciona a localização) foi necessário recorrer a um *ViewModel*<sup>12</sup> que permite armazenar e gerir dados independentemente do ciclo de vida dos fragmentos. Este *ViewModel* armazena um objeto do tipo *Location*, e o fragmento onde é selecionada a localização escreve nesse *ViewModel*, enquanto o fragmento do formulário lê a sua informação através de um *observable* que escuta por alterações nesse objeto.

<sup>12</sup><https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/viewmodel>



Figura 5.19: Storyboard referente ao preenchimento do formulário de inserção de um novo ponto de recolha

Depois do utilizador preencher com sucesso os dois formulários é enviada a informação preenchida para o servidor e é guardado no *Firebase Storage* a fotografia associada. Em seguida, o utilizador é alertado, através de um *dialog*, que este ponto de recolha passará por um período de aprovação pela comunidade.

#### 5.4.2.7 Notificações e aprovação de pontos de recolha e *feedbacks*

A página de notificações é dividida em 3 áreas. Uma área dedicada aos *feedbacks* que o utilizador tem para aprovação, outra dedicada aos pontos de recolha para aprovação e a última que serve para mostrar ao utilizador notificações gerais da aplicação, como por exemplo, para alertar o utilizador que já não faz um depósito há algum tempo ou para notificar o utilizador que este foi convidado para juntar-se a uma família.

A forma como as notificações são obtidas diferem bastante. As notificações gerais da aplicação são obtidas logo a seguir ao processo de autenticação, antes do utilizador entrar na aplicação. As notificações referentes aos *feedbacks* e pontos de recolha para aprovação são pedidas ao servidor quando a aplicação consegue obter a localização atual do utilizador, uma vez que as aprovações dependem inteiramente da sua localização. Apesar da aplicação já ter guardado em cache as notificações antes de as apresentar nesta página, é sempre efetuado um pedido ao servidor quando o utilizador entra na página das notificações, para verificar se existem notificações mais recentes do que aquelas que aí estão guardadas.

Na figura 5.20 pode-se visualizar a página referente às notificações onde é possível

observar a sua divisão nas 3 áreas referidas anteriormente. Cada área é representada por um título e uma *RecyclerView* utilizada para listar as notificações. Cada notificação tem uma fotografia, um assunto, uma descrição, a data em que foi emitida, e no caso dos *feedbacks* para aprovação qual o utilizador que o reportou.

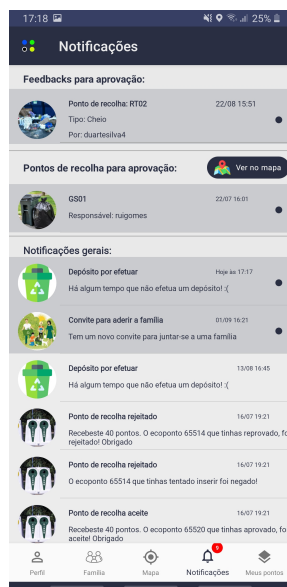


Figura 5.20: Página de notificações

Para além do utilizador poder aceder às notificações através da barra inferior que contém o menu, foi também fornecida, aos utilizadores, a informação que têm pontos de recolha e/ou *feedbacks* para aprovação diretamente na página inicial do mapa, com se pode observar na figura 5.9. Uma vez que esta é a primeira página apresentada quando se abre a aplicação, é importante fornecer, ao utilizador, essa informação logo de início, o que pode contribuir para que os utilizadores não a ignorem.

Na figura 5.21 observa-se o *storyboard* associado a esta página, onde se verifica as interações possíveis dos utilizadores com as notificações. Seja para as aprovações a pontos de recolha, seja as aprovações a *feedbacks* os utilizadores podem sempre clicar nelas para obter mais detalhes e verificar se a informação inserida é verdadeira ou não. Após esta análise os utilizadores podem aceitar ou rejeitar a aprovação pendente consoante a sua opinião. Em todo o caso, é mostrada uma mensagem de agradecimento pela ação realizada, reforçando a necessidade dos utilizadores para fazerem este tipo de ações. Quando o utilizador aceita ou rejeita a aprovação a notificação que lhe estava associada desaparece da área respetiva.

Em relação aos pontos de recolha para aprovação, é ainda possível visualizar os mesmo no mapa, onde aparecem apenas os pontos de recolha que o utilizador tem para aprovação. Esta funcionalidade serve, principalmente, para o utilizador se situar no mapa e reconhecer mais facilmente quais os pontos de recolha que se estão a abordar na aprovação.



Figura 5.21: Storyboard referente às interações possíveis na página de notificações, como a aprovação de *feedbacks* e ecopontos

#### 5.4.2.8 Contexto da família

Os utilizadores na aplicação podem reunir-se em grupos correspondentes ao seu agregado familiar. Esta funcionalidade utiliza a gamificação de maneira a persuadir os utilizadores e a incentivá-los a optarem por atitudes e comportamentos sustentáveis, através da competição entre os membros da família e as famílias dentro da sua vizinhança. A competição dentro da própria família ou entre famílias vizinhas tem por base os registos de depósitos efetuados. Dentro da própria família os utilizadores podem observar quem está a contribuir mais, ou seja, quem está a registar mais depósitos. A vizinhança tem como objetivo suscitar a competição entre famílias do mesmo bairro, somando os pontos efetuados pelos membros de uma família.

Em todas as classificações os utilizadores podem observar o *ranking* mensal, isto é, quem está a contribuir mais no mês corrente, e também o *ranking* global que mostra a classificação a partir do momento em que a família foi criada.

Na figura 5.22 observa-se as interações no menu “Família” da aplicação. Se o utilizador ainda não tiver associado a nenhuma família é direcionado para a página onde o pode fazer, juntando-se a uma família através de um código gerado pelo administrador da própria família, ou então criando uma nova família preenchendo o formulário para esse efeito. O processo de atribuir a localização geográfica à família é semelhante ao efetuado na inserção de um novo ponto de recolha, visto em 5.4.2.6.

Ao entrar na família, o utilizador é direcionado para uma página que contém 3 *tabs*, implementadas pela *ViewPager*. A primeira *tab* diz respeito aos detalhes da família, e contém a classificação mensal e global dentro da família, implementada através de uma

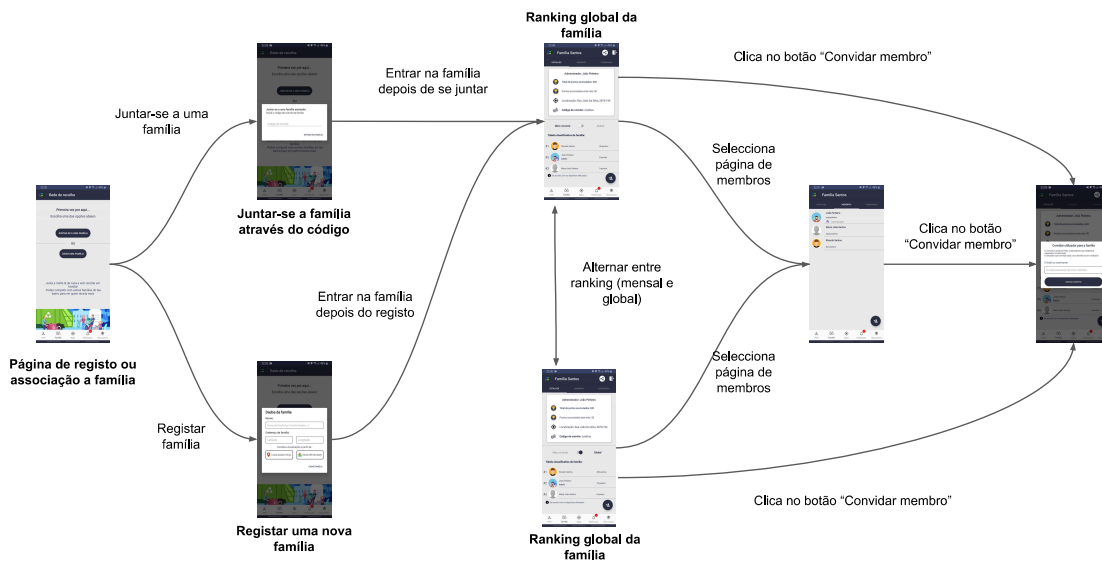


Figura 5.22: Storyboard referente aos registos/associações a família e sua classificação

*RecyclerView*. Esta classificação tem, para cada membro, os pontos associados aos depósitos efetuados e o utilizador pode alternar a classificação entre mensal e global.

A segunda *tab* lista, também através de uma *RecyclerView*, os membros existentes na família e pode ser observado quem é o seu administrador. O administrador pode a qualquer momento remover um membro da família ou alterar a administração passando-a a outro membro.

Tanto na primeira como na segunda *tab* está disponível um botão flutuante, no canto inferior direito, que abre um *dialog* para convidar novos membros para a família. Após inserir o seu username ou email o utilizador em causa será notificado para aceitar o convite e aderir à família.

Em cada uma destas duas *tabs* é possível realizar a ação de deslizar para atualizar. Esta operação despoleta um pedido *GET* ao servidor, para o *endpoint* `/families/id`, que permite verificar se existe novas informações mais atualizadas sobre a família para mostrar ao utilizador do que aquelas que estão na cache da aplicação.

As funcionalidades disponíveis na terceira *tab*, que dizem respeito à vizinhança, estão representadas na figura 5.23, onde é possível observar a classificação mensal e global dentro da vizinhança da família do utilizador. O utilizador pode ainda visualizar, no mapa, a distribuição geográfica das famílias na sua vizinhança, assim como os limites envolventes do seu bairro.

O bairro é calculado tendo como ponto central a localização da própria família e é calculado através da função *ST\_Buffer*<sup>13</sup> disponibilizada pelo PostGIS. Esta função recebe dois argumentos, o primeiro um ponto geográfico (do tipo *geometry*), que neste caso é a localização da família, e o segundo um raio (do tipo *float*) para calcular os limites da área, no qual é passado o valor 0.003, que corresponde a um bairro em Graus decimais.

<sup>13</sup>[https://postgis.net/docs/ST\\_Buffer.html](https://postgis.net/docs/ST_Buffer.html)

Na aplicação, a camada que representa o bairro, a cinzento, foi preenchida através de uma *FillLayer*, disponibilizada pelo Mapbox, que é preenchida com as localizações limite do bairro, disponibilizadas pelo servidor.



Figura 5.23: Storyboard referente à vizinhança da família

#### 5.4.2.9 Perfil do utilizador

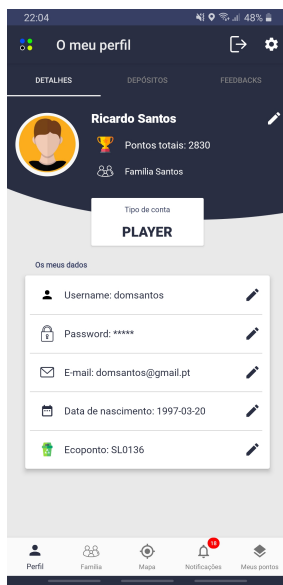
Os utilizadores da plataforma têm disponível uma página onde podem observar e alterar dados do seu perfil. Na figura 5.24 podem ser observados as diferentes páginas de perfil consoante o tipo de utilizador.

A figura 5.25 mostra as interações possíveis na página de perfil dos utilizadores Players. Na primeira tab desta página estes utilizadores podem atualizar a informação do seu perfil, como a fotografia ou a data de nascimento. Estes utilizadores podem também consultar os seus depósitos efetuados, o tipo de material depositado e a data em que foi registado, estando estes dispostos numa lista ordenada do depósito mais recente até ao mais antigo, implementada numa *RecyclerView*.

Nesta página ainda podem consultar estatísticas dos seus depósitos, nomeadamente a distribuição por tipo de resíduo, em percentagem e em valores absolutos, e a distribuição dos depósitos por meses. Quer o gráfico circular, quer o de barras, foram implementados através de uma biblioteca da comunidade<sup>14</sup>.

Na página de perfil os utilizadores podem ainda consultar as definições da própria aplicação.

<sup>14</sup><https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart>

a Página do perfil *player*b Página do perfil *Companhia*c Página do perfil *supervisor*Figura 5.24: *ViewPager* com a página de detalhes, *feedbacks* e rankings de um ecoponto

Nesta página está disponível uma explicação sobre a utilização da aplicação em *background*, que é restringida pelo sistema de otimização de bateria do Android. Os utilizadores podem ainda ativar ou desativar a funcionalidade de sincronização das suas últimas localizações, fazendo parar as tarefas executadas pelo *WorkManager*.

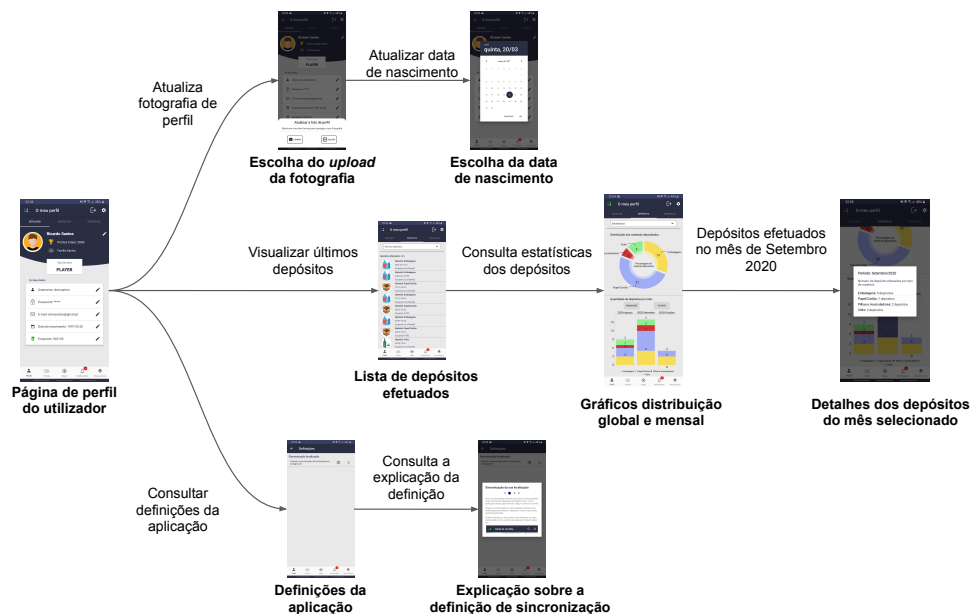


Figura 5.25: Storyboard referente à página do perfil de utilizador

O fluxo de interação para a página da companhia pode ser observado no *storyboard* da figura 5.26. Na página de perfil das companhias estas podem atualizar a sua informação,

tal como acontece na página de perfil dos utilizadores *players*. As companhias têm associada uma localização podendo atualizar esta sempre que seja oportuno. Para tal, é disposto no mapa, um marcador referente à localização corrente da companhia e um referente à sua nova localização, podendo o mapa ser arrastado para alterar a localização.



Figura 5.26: Storyboard referente à página do perfil de companhias

Uma vez que as companhias têm supervisores, na página de perfil destas é também possível adicionar ou remover supervisores.

#### 5.4.2.10 Os meus pontos de recolha

Os utilizadores têm à sua disposição uma página dedicada à gestão dos seus pontos de recolha, ou seja, dos pontos de recolha que são responsáveis. Esta página é especialmente dedicada aos utilizadores do tipo companhia, no entanto está disponível em todos os tipos de perfis.

Nesta página os utilizadores podem encontrar a lista dos seus pontos de recolha, podendo filtrá-los por nome, região ou cidade onde se encontram e/ou tipo de resíduos recolhidos. No *storyboard* da figura 5.27 observa-se este tipo de interações na página.

A filtragem por região é feita com recurso ao serviço de *geocoding* do Nominatim. Este serviço retorna uma *bounding box*, uma área definida por duas latitudes (máxima e mínima) e duas longitudes (máxima e mínima), e é usada como uma aproximação para limitar a área que o utilizador está a procurar. Após a aplicação obter a *bounding box* fornecida pelo Nominatim, esta é enviada para o servidor para executar a função *ST\_MakeEnvelope*<sup>15</sup>, disponibilizada pelo PostGIS, na base de dados. Esta função permite criar um polígono retangular a partir dos valores mínimo e máximo para a latitude e longitude. É ainda pela função *ST\_Contains*<sup>16</sup>, disponível também no PostGIS, que são

<sup>15</sup>[https://postgis.net/docs/ST\\_MakeEnvelope.html](https://postgis.net/docs/ST_MakeEnvelope.html)

<sup>16</sup>[https://postgis.net/docs/ST\\_Contains.html](https://postgis.net/docs/ST_Contains.html)



Figura 5.27: Storyboard referente à filtragem dos pontos de recolha cujo utilizador é responsável

obtidos os pontos que calham dentro do polígono calculado anteriormente pela função *ST\_MakeEnvelope*. A função *ST\_Contains* aceita dois argumentos, o ponto geométrico que se está a validar e o polígono calculado pelo *ST\_MakeEnvelope*, e caso o ponto esteja dentro do polígono então é retornado o valor de verdade *true* e *false* caso contrário.

Assim, o polígono (obtido pela função *ST\_MakeEnvelope*) e os pontos de recolha que estão dentro do polígono (obtidos pela função *ST\_Contains*) são enviados de volta para a aplicação para mostrar ao utilizador os pontos de recolha filtrados.

A limitação da área no mapa é fornecida através da camada *FillLayer* do Mapbox, e os pontos disponíveis no mapa são apenas aqueles que se encontram dentro dessa área.

Estes pontos são ainda agrupados em *clusters* para facilitar a sua visualização no mapa.

Como referido anteriormente, os responsáveis dos pontos de recolha podem alterar as informações destes, como por exemplo, o seu estado ou os contentores que lhe estão associados. A figura 5.28 mostra um *storyboard* que aborda estas funcionalidades.

## 5.5 Conclusão

Neste capítulo foram abordadas as implementações mais relevantes do sistema, quer a nível do *backend*, desenvolvido em Spring, com uma base de dados implementada em PostgreSQL com PostGIS, quer a nível do *frontend*, desenvolvida para o sistema móvel Android.



Figura 5.28: Storyboard referente à edição das informações sobre o ponto de recolha

Nestas especificações da implementação, foi também possível abordar em mais detalhe as funcionalidades gerais da aplicação. As interações do utilizador com a aplicação foram descritas em melhor detalhe com a utilização de *storyboards* que permitem apresentar o fluxo de interação de uma forma mais visual, e assim também, tornar a perceptibilidade das funcionalidades da aplicação mais simples ao leitor.

Antes do desenvolvimento propriamente dito da aplicação (*backend* e *frontend*) foram realizados alguns testes de usabilidade com utilizadores de maneira, não só a entender se estes compreenderam as funcionalidades, mas também se o design escolhido para as diferentes páginas da aplicação seria o mais correto e simples de utilizar. É importante aqui realçar que a utilização do software Adobe XD permitiu desenhar as interfaces gráficas da aplicação de uma forma adaptada ao contexto de dispositivo móvel onde a aplicação foi implementada. Os utilizadores que efetuaram este teste, sublinharam mesmo que o *feeling* deste era muito semelhante ao que encontram numa aplicação móvel já implementada.

Estes testes permitiram aferir problemas no design da interface e foram bastante importantes na iteração seguinte de desenvolvimento da plataforma, uma vez que se tentou sempre corrigir os erros aqui encontrados.

Em relação à implementação do servidor da aplicação, esta foi bastante facilitada pela utilização da framework Spring em conjunto com o ORM Hibernate, que permite criar as entidades de forma persistente na base de dados, como se se tratassem de classes e objetos de uma linguagem de programação orientada a objetos. A configuração com a base de dados PostgreSQL foi bastante simples, e foi efetuado através de drivers de JDBC instalados no próprio servidor Spring.

Sobre a implementação da aplicação móvel, tal como já referido, foi utilizado o sistema Android. A opção de adotar uma solução nativa, deveu-se principalmente às fáceis integrações com os sensores destes dispositivos, em particular o sensor de localização de grande importância para esta aplicação.

Durante a implementação das interfaces gráficas teve-se sempre em atenção que a aplicação correrá em smartphones com diferentes dimensões de ecrã, e aí o facto de se ter utilizado *ConstraintLayouts* e *LinearLayouts* para a sua construção facilitaram este processo.

Das partes mais complexas no desenvolvimento da aplicação, é importante destacar o cuidado que se teve na construção da cache da mesma, de forma a reduzir os pedidos ao servidor e também para mostrar a informação rapidamente ao utilizador, diminuindo o tempo de carregamento das páginas. Os dados mais utilizados na aplicação, como os pontos de recolha, informação do utilizador, dados sobre a sua família e vizinhança, foram armazenados em cache, sendo atribuído, a cada um destes, a data da última atualização. Esta data foi utilizada em cada pedido, ao servidor, por estes tipo dados, de forma a reduzir a latência e a dimensão dos dados que o servidor enviava.

O facto de uma aplicação consumir dados da sua localização pode fazer com que o utilizador se encontre menos receptivo a utilizá-la. Para tal, o utilizador é informado, em diversas páginas da aplicação, que esta não faz uso do sensor de localização em *background*, apenas utilizando-o enquanto a aplicação está aberta. Isto foi especialmente importante na funcionalidade de sincronização das localizações mais recentes do utilizador, de forma a mostrar-lhe que as localizações referidas são as que dizem respeito às obtidas enquanto o utilizador esteve a utilizar a aplicação. Tentou-se com isto fornecer ao utilizador mais segurança, de maneira a que este facto não tivesse impacto na escolha da mesma.

Para finalizar, este capítulo responde aos requisitos definidos inicialmente para esta plataforma e implementa a arquitetura desenhada no capítulo anterior. Para validar e avaliar as funcionalidades aqui implementadas, nomeadamente a usabilidade e experiência de utilização da aplicação, foi desenvolvido um teste de usabilidade à aplicação implementada que é apresentado em detalhe no capítulo seguinte.



## AVALIAÇÃO DA PLATAFORMA

Neste capítulo é descrita a avaliação da aplicação desenvolvida e os resultados aqui obtidos. Na secção 6.1 é explicada a metodologia implementada na avaliação da plataforma. Seguidamente, na secção 6.2, é caracterizada a amostra utilizada neste processo de avaliação e, na secção 6.3, é apresentado o questionário utilizado para aferir a usabilidade da aplicação. A avaliação das principais funcionalidades é apresentada na secção 6.4 e, por fim, na secção 6.5, são demonstradas as conclusões aos resultados da avaliação efetuada.

### 6.1 Metodologia de avaliação

No final do desenvolvimento da plataforma, foi necessário fazer uma avaliação ao sistema desenvolvido. Para tal, foram realizados testes com utilizadores, com o objetivo de obter o seu feedback sobre a aplicação desenvolvida. Estes testes permitiram encontrar problemas existentes na interface da aplicação e que poderão ser melhorados em iterações futuras do desenvolvimento da plataforma.

Os participantes na avaliação do sistema foram divididos em dois grupos, os participantes gerais da plataforma, que representam o público-alvo de utilizadores que irão existir na aplicação, e os participantes peritos, que estão familiarizados com os conceitos que a aplicação envolve, dos quais fazem parte colaboradores da Amarsul e membros do Departamento de Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL).

O teste consistia em duas etapas, primeiramente os participantes realizavam um conjunto de tarefas na aplicação, e, em seguida, respondiam a um questionário relacionado com a usabilidade da aplicação e com as tarefas propostas inicialmente.

O guião do teste era constituído por uma introdução, onde eram apresentadas as entidades envolvidas no projeto desta dissertação e também os objetivos do desenvolvimento

da plataforma. Na introdução, foi pedido aos participantes que comentassem sempre em voz alta as suas ações, de maneira a perceber melhor possíveis problemas que poderiam existir na plataforma.

O guião para os utilizadores voluntários era constituído por 5 diferentes secções, que diziam respeito aos 5 menus da aplicação para um utilizador do tipo *player*: o mapa, as notificações, a família, o perfil do utilizador e os seus pontos de recolha. Em cada uma destas secções eram apresentadas várias tarefas para o participante executar na aplicação, sendo que estas tinham de ser executadas pela sequência apresentada. O guião dos participantes voluntários pode ser encontrado no anexo E.1.

O guião para os participantes peritos pode ser encontrado no anexo F.1. Este incluía uma secção exclusiva, com tarefas relacionadas com a gestão de companhias, pois esta funcionalidade apenas se destina a este tipo de utilizadores.

Os tempos de execução dos testes, quer para voluntários, quer para peritos, foram cronometrados.

Depois de concluídas as tarefas, foi apresentado aos participantes um questionário realizado no *Google Forms*<sup>1</sup>. Este questionário foi dividido em 4 secções, onde a primeira contém perguntas para caracterizar o perfil do participante, a segunda é constituída pelas perguntas do *SUS*, um questionário utilizado para medir a usabilidade de um sistema, a terceira são perguntas focadas na avaliação das funcionalidades da plataforma, e a última secção é formada por duas perguntas, de resposta aberta, onde os participantes podiam relatar alguma dificuldade ou sugestão que tenham encontrado no decorrer do teste. O questionário para os participantes voluntários pode ser encontrado no anexo G.1 e para os participantes peritos no anexo H.1.

Devido à pandemia do Covid-19, que durou todo o decorrer desta dissertação, os testes com utilizadores foram realizados online, através de chamadas *Skype*<sup>2</sup> entre o supervisor e o participante. Para tal, foi pedido previamente aos participantes que instalassem a aplicação *TeamViewer*<sup>3</sup> no seu telemóvel, para que estes pudessem utilizar a aplicação ao mesmo tempo que o supervisor visualizava as ações que estes iam realizando. Assim, foi também possível ao supervisor observar os cliques no ecrã que o participante fazia enquanto realizava o teste, o que serviu também como indicador da prestação do participante nas tarefas propostas.

## 6.2 Caracterização da Amostra

A amostra destes testes foi constituída por 20 participantes, envolvendo 18 participantes voluntários e 2 participantes peritos.

Em relação aos participantes voluntários, 12 são do sexo masculino e 6 do sexo feminino. Os 2 participantes peritos são ambos do sexo masculino. A média de idades dos

---

<sup>1</sup><https://www.google.com/forms/about/>

<sup>2</sup><https://www.skype.com/>

<sup>3</sup><https://www.teamviewer.com/>

participantes voluntários é de 27,17 anos com um desvio padrão de 8,10. Os 2 participantes peritos têm 35 e 46 anos, respetivamente.

Na figura 6.1 pode-se observar as diferentes áreas de formação dos participantes voluntários, sendo que existem participantes da área de Engenharia Informática, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Enfermagem, Desporto, Arquitetura, Design e Educação Básica. Existiram ainda 3 participantes com o 12º ano concluído (todos na área de Ciências e Tecnologia) e 1 participante que frequentava o 11º ano à altura da realização do teste. O participante da área de Design foi bastante importante para obter uma perspetiva crítica de melhoramentos que se podem fazer neste tema, e que podem contribuir para o aumento da usabilidade da aplicação.

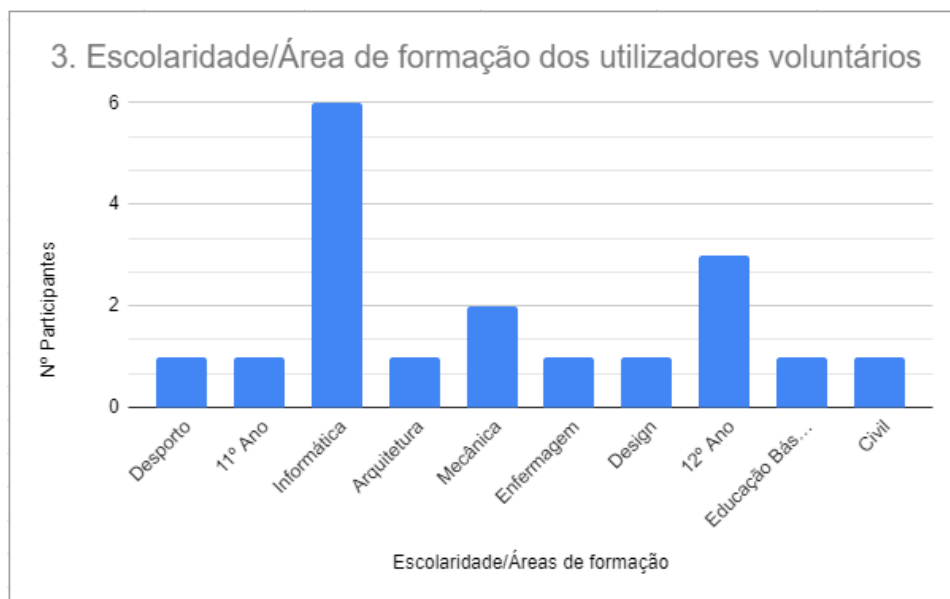


Figura 6.1: Área de formação dos utilizadores voluntários

Os participantes peritos têm áreas de formação distintas, sendo um investigador no Departamento de Ambiente da FCT/UNL e o outro responsável pelos Sistemas de Informação Geográfica da Amarsul.

No que se refere à experiência na utilização de aplicações móveis, pode-se observar, na figura 6.2, que os participantes voluntários mostram-se confiantes na utilização destes dispositivos. Para os participantes peritos foram também obtidos resultados semelhantes, considerando-se ambos os participantes experientes.

Relativamente à experiência de utilização de mapas em aplicações móveis, os participantes voluntários, na sua maioria, afirmaram ter alguma experiência. Houve ainda dois participantes que consideraram ter pouca experiência, tendo respondido com o valor 2. De notar que estes 2 participantes que optaram pelo valor 2 são também os participantes com idades mais altas, 45 e 49 anos. Ambos os participantes peritos afirmaram ter muita experiência na utilização de mapas em aplicações móveis, uma vez que optaram os dois pelo valor máximo da escala (muita experiência).

4. Experiência na utilização de aplicações móveis

18 respostas

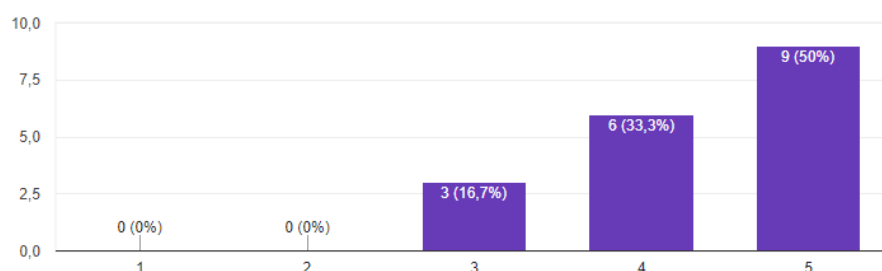


Figura 6.2: Experiência de utilização de dispositivos móveis para os utilizadores voluntários

5. Experiência na utilização de mapas em aplicações móveis

18 respostas

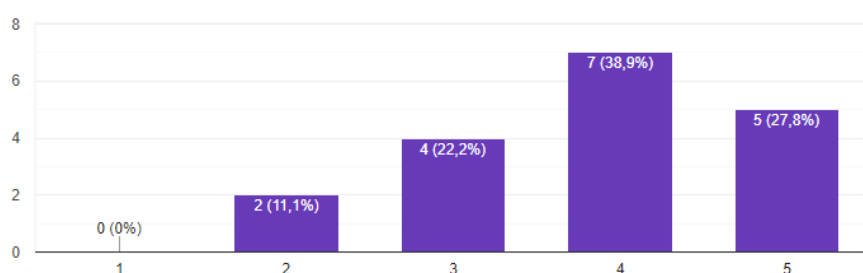


Figura 6.3: Experiência na utilização de mapas em dispositivos móveis para os utilizadores voluntários

Os participantes foram ainda questionados com três perguntas relativas a práticas de reciclagem. Sobre a frequência de reciclagem, para os participantes voluntários, os resultados foram bastante equitativos, como se pode observar na figura 6.4. 4 participantes (22,2%) afirmaram reciclar 3 a 4 vezes por semana, sendo que este valor foi também registado para os participantes que reciclam todos os dias, e para aqueles que nunca o fazem. 5 (27,8%) participantes reciclam 1 vez por semana, e apenas 1 (5,6%) afirmou reciclar a cada 2 semanas. Para os participantes peritos, um recicla todos os dias, e outro afirmou só reciclar 1 vez por semana. Os resultados aqui demonstrados, por si só, podem não refletir os comportamentos dos participantes, uma vez que um utilizador afirmar que recicla menos vezes pode estar diretamente relacionado com o seu cuidado na aquisição de produtos, como por exemplo, evitando comprar materiais que envolvem muitas embalagens.

Sobre a preocupação com a sustentabilidade do planeta, é possível concluir, a partir da figura 6.5, que os participantes, quer voluntários, quer peritos, são em geral preocupados com práticas sustentáveis e com a preservação do meio ambiente, nomeadamente através

6. Com que frequência costuma fazer a reciclagem em sua casa?

18 respostas

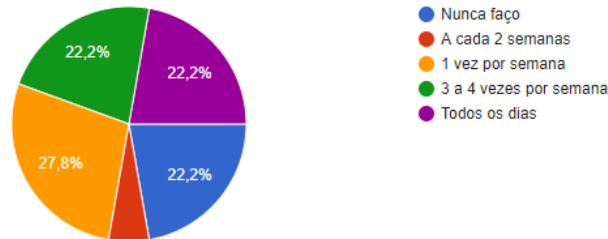


Figura 6.4: Frequência da reciclagem pelos utilizadores voluntários

da reciclagem. Para os participantes voluntários, 5 (27,8%) consideram-se bastante preocupados com o tema, optando pelo valor 5, 8 participantes (44,4%) optaram pelo valor 4, e 5 (27,8%) responderam com o valor 3. Já os participantes peritos responderam ambos com o valor 5 da escala.

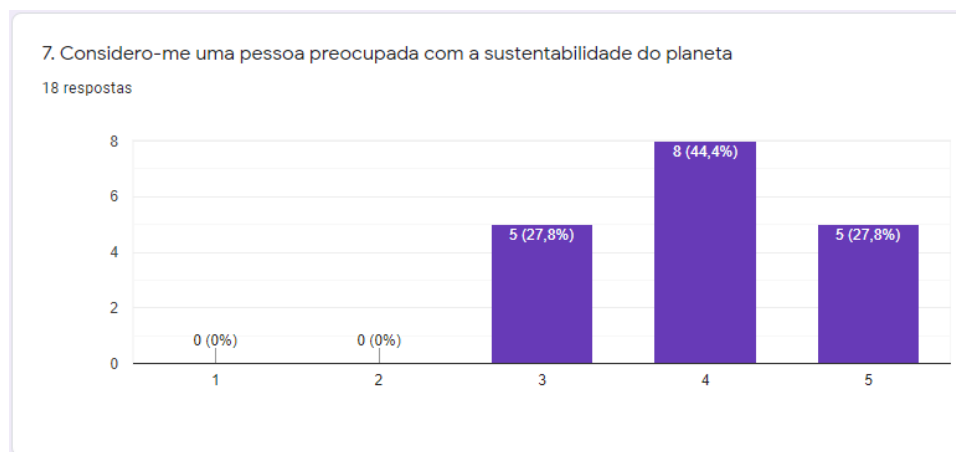


Figura 6.5: Preocupação com práticas sustentáveis pelos utilizadores voluntários

Apesar dos participantes voluntários demonstrarem, em geral, alguma preocupação pelo planeta e por atividades de reciclagem, estes não têm grandes conhecimentos sobre os serviços de reciclagem existentes na sua área de residência. A figura 6.6, mostra isso mesmo, com 5 participantes (27,8%) a optar pelo valor 2 (pouco conhecimento) e 8 participantes (44,4%) a optar pelo valor intermédio 3. Houve ainda 1 participante (5,6%) que optou pelo valor máximo (5), mostrando ser uma pessoa bastante informada, e 4 participantes (22,2%) optaram pelo valor 4.

Assim, pode-se concluir que uma aplicação, como a desenvolvida nesta dissertação, pode ajudar a população a estar mais e melhor informada sobre a reciclagem, o que pode contribuir também para melhoramento dos serviços e para aumento da reciclagem por parte da população.

Os participantes peritos consideram-se pessoas bastante bem informadas, tendo ambos optado pelo valor máximo, o que era de esperar, uma vez que são pessoas que trabalham na área ligada ao ambiente e ao desenvolvimento sustentável.

8. Considero-me uma pessoa informada sobre os serviços de reciclagem existentes na minha área de residência

18 respostas

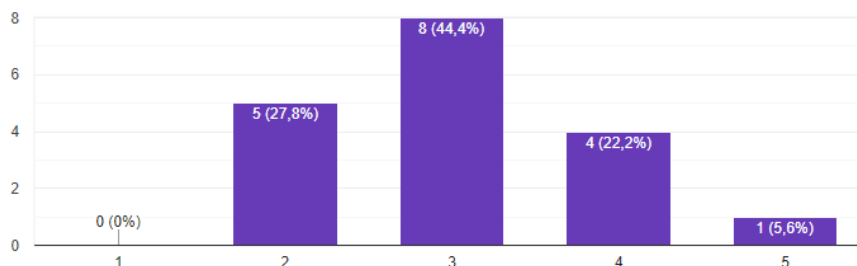


Figura 6.6: Conhecimento dos utilizadores voluntários pelos serviços de reciclagem existentes na sua área de residência

### 6.3 System Usability Scale (SUS)

Este teste de usabilidade foi criado por John Brooke [16], sendo usado para avaliar *hardware*, *software* e aplicações *web* e móveis. Uma das vantagens deste sistema é a capacidade de ser utilizado em amostras pequenas de utilizadores, produzindo igualmente resultados confiáveis.

Através deste, pode-se avaliar a efetividade, a eficiência e a satisfação da utilização do sistema em causa. O questionário é composto por 10 afirmações pré-definidas, presentes no Anexo C, sendo cada uma delas avaliada numa escala de 1 (Discordo totalmente) a 5 (Concordo totalmente).

Para obter o resultado final do teste é necessário recorrer ao seguinte método:

- Para cada questão ímpar 1, 3, 5, 7 e 9 o resultado da pergunta é obtido subtraindo um valor à resposta do utilizador;
- Para cada questão par 2, 4, 6, 8 e 10 o resultado da pergunta é obtido subtraindo cinco valores à resposta do utilizador;
- No final, somam-se todos os valores obtidos, o que irá resultar num valor entre 0 e 40, uma vez que se tratam de 10 questões cujos resultados variam entre 0 e 4. Assim, para obter um resultado no intervalo de 0 a 100, multiplicamos o resultado final obtido por 2,5. Este resultado, apesar de não ser uma percentagem, é uma maneira mais fácil de interpretar o valor final obtido.

De acordo com a análise ao SUS elaborada por Jeff Sauro em 2011, em [15], concluiu-se que a média do resultado final do SUS é de 68, o que significa que sistemas cuja média seja superior a 68 podem ser considerados sistemas com boa usabilidade. No gráfico elaborado por Sauro, representado na figura 6.7, pode-se visualizar as avaliações do sistema de acordo com o seu resultado do SUS.

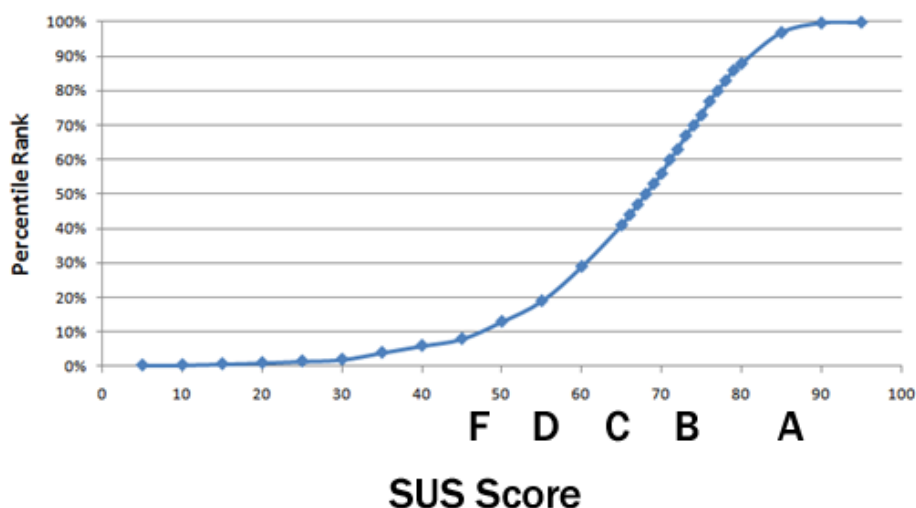


Figura 6.7: Classificação das pontuações do SUS, retirado de [15]

Apesar do SUS ter sido intencionalmente elaborado para perceber a facilidade de utilização de um sistema, Lauro e Sauro, em [21], demonstraram que este método também fornece uma medida de satisfação e usabilidade do sistema e capacidade de aprendizagem. Assim, é possível complementar os resultados obtidos, utilizando estes também como medida para avaliar a capacidade de aprendizagem (*learnability*) e para a usabilidade geral do sistema. Para obter resultados para a *learnability* soma-se a pontuação das questões 4 e 10 pelo valor de 12,5. Para a componente de usabilidade soma-se a pontuação das restantes questões (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9) e multiplica-se pelo valor 3.125.

No final das perguntas do SUS, foi ainda adicionada uma nova pergunta sobre classificação geral da aplicação. Esta classificação da aplicação foi introduzida por Bangor, em [2], e tem como principal objetivo obter uma classificação subjetiva sobre a facilidade de utilização da aplicação, permitindo comparar os resultados aqui obtidos com a classificação final resultante do SUS, uma vez que estes resultados estão inteiramente relacionados. A escala de respostas para esta pergunta é: 1-Pior imaginável, 2- Terrível, 3-Fraca, 4-Razoável, 5- Boa, 6-Excelente, 7-Melhor imaginável.

### 6.3.1 Resultados do System Usability Scale

Depois das respostas dos participantes voluntários e peritos, procedeu-se então aos cálculos necessários para aferir o resultado de cada participante ao SUS.

Foram elaboradas então duas tabelas, tabela 6.1 e a tabela 6.2, uma dedicada aos participantes voluntários e outra dedicada aos participantes peritos, respetivamente. Para melhor entender os resultados, foram também criados dois gráficos, o gráfico 6.8 e o gráfico 6.8a, um para cada grupo de participantes, que comparam os resultados obtidos no SUS, nomeadamente o resultado final, o resultado do cálculo da *learnability* e o resultado do cálculo da usabilidade geral, comparando com o valor médio de SUS previsto inicialmente, tal como referido na secção 6.3.

Tabela 6.1: Resultados do SUS para os participantes voluntários

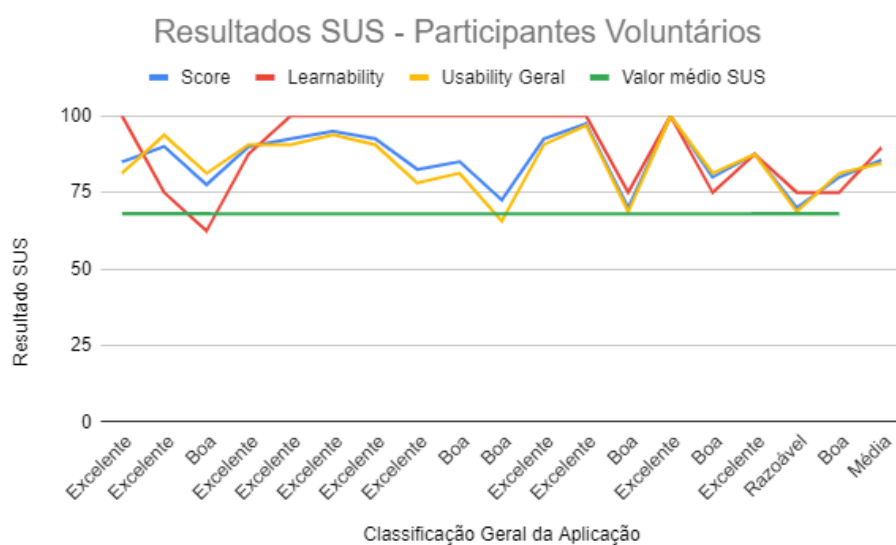
Participante	Classificação Subjetiva	Score	Learnability	Usabilidade Geral	Valor médio SUS
1	Excelente	85	100	81,3	68
2	Excelente	90	75	93,8	
3	Excelente	77,5	62,5	81,3	
4	Boa	90	87,5	90,6	
5	Excelente	92,5	100	90,6	
6	Excelente	95	100	93,8	
7	Excelente	92,5	100	90,6	
8	Excelente	82,5	100	78,2	
9	Boa	85	100	81,3	
10	Boa	72,5	100	65,6	
11	Excelente	92,5	100	90,6	
12	Excelente	97,5	100	96,9	
13	Boa	70	75	68,8	
14	Excelente	100	100	100	
15	Boa	80	75	81,3	
16	Excelente	87,5	87,5	87,5	
17	Razoável	70	75	68,8	
18	Boa	80	75	81,3	
	<b>Média</b>	<b>85,6</b>	<b>89,6</b>	<b>84,5</b>	
	<b>Desvio-padrão</b>	<b>9,14</b>	<b>13,04</b>	<b>9,9</b>	
	<b>Máximo</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
	<b>Mínimo</b>	<b>70</b>	<b>62,5</b>	<b>65</b>	

Tabela 6.2: Resultados do SUS para os participantes peritos

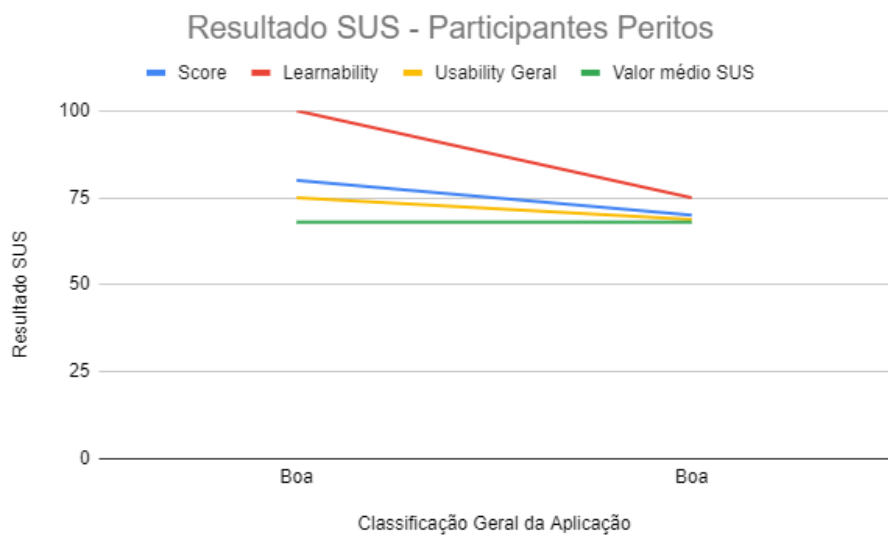
Participante	Classificação Subjetiva	Score	Learnability	Usabilidade Geral	Valor médio SUS
1	Excelente	80	100	75	68
2	Excelente	70	75	68,8	
	<b>Média</b>	<b>75</b>	<b>87,5</b>	<b>71,9</b>	
	<b>Desvio-padrão</b>	<b>7</b>	<b>17,7</b>	<b>4,4</b>	
	<b>Máximo</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	
	<b>Mínimo</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>68,8</b>	

### 6.3.1.1 Resultados para participantes voluntários

Para os participantes voluntários, a média de resultados do SUS é de 85,6, valor bastante superior ao valor global médio de SUS (68) apresentado na secção 6.3. É ainda interessante verificar, que nenhum dos participantes, obteve um resultado final ponderado abaixo do valor médio 68. Este resultado significa que os participantes acharam a usabilidade da aplicação bastante boa. Houve apenas dois resultados próximos, mas acima, do valor



a Resultado do SUS para os participantes voluntários



b Resultado do SUS para os participantes peritos

Figura 6.8: Resultado do SUS para os participantes do teste de usabilidade

médio. Os dois participantes que obtiveram estes resultados acabaram por classificar a usabilidade da aplicação como “*Razoável*” e “*Boa*”.

Sobre as componentes extras retiradas a partir da análise do **SUS**, a *learnability* obteve um valor médio de 89,6, o que traduz que os participantes aprenderam facilmente a utilizar aplicação. Para a usabilidade, foi obtida uma média de 84,5 valores, o que vai ao encontro do resultado do **SUS**, e que permite concluir, que os participantes acharam a aplicação bastante simples, realizando as tarefas propostas com facilidade.

É ainda possível concluir que todas as componentes retiradas do **SUS**, para além de estarem acima do valor global médio de 68, apresentam todas valores bastantes altos e próximos uns dos outros, o que traduz numa alta consistência da aplicação nos parâmetros avaliados neste teste de usabilidade.

Na classificação subjetiva, como se pode verificar no anexo I.1, a maioria dos participantes (11) optou pela classificação de “*Excelente*”, 6 participantes optaram pela classificação “*Boa*”, e apenas 1 participante optou pela classificação “*Razoável*”.

### 6.3.1.2 Resultados para participantes peritos

Os dois participantes que realizaram o teste obtiveram as pontuações de **SUS** de 70 e 80, respetivamente. Isto é, ambos os participantes obtiveram um valor superior ao valor médio de 68, apesar deste ser inferior ao registado para participantes voluntários. Ambos os participantes acabaram por classificar a usabilidade geral da aplicação como “*Boa*”, o que vai ao encontro ao resultado obtido no **SUS**.

Em relação à componente de *learnability*, os resultados foram de 75 para o participante com *score* de 70 no **SUS**, e de 100 para o participante com *score* de 80.

Para a componente de usabilidade geral, o primeiro participante (com *score* de 70 no **SUS**) obteve um resultado de 68,8, e o segundo (com *score* de 80 no **SUS**) obteve um resultado de 75. Apesar dos valores serem superiores ao valor global médio de 68, os resultados da usabilidade geral são relativamente mais baixos quando comparados aos resultados obtidos nos outros parâmetros concluídos.

### 6.3.1.3 Análise participantes voluntários vs peritos

Ao comparar os resultados obtidos pelos dois grupos de participantes, voluntários e peritos, é possível concluir que, para ambos os grupos, o resultado final de **SUS** encontra-se acima do valor médio global de 68, explicado anteriormente. Estes resultados elevados permitem concluir que os participantes acharam a aplicação bastante simples de utilizar, que não tiveram grandes problemas em resolver as tarefas propostas e que aprenderam facilmente os conceitos que a aplicação aborda.

Sobre a duração dos testes, os participantes peritos apresentaram um tempo médio de 55:15’ minutos, enquanto os participantes voluntários demoraram relativamente menos tempo (44:32’ minutos). Isto pode ser justificado pois, durante a realização do teste, os

participantes peritos tiveram sempre bastante atenção aos conteúdos disponíveis na aplicação, de forma a garantir que alertavam para qualquer erro técnico que pudesse existir. Os participantes voluntários muitas das vezes restringiam o teste apenas à realização das tarefas propostas e à verificação de que, de facto, as funcionalidades estavam a funcionar, daí o tempo de duração inferior.

O número de participantes peritos é consideravelmente inferior aos participantes voluntários. Apesar disto, a contribuição dos participantes peritos foi bastante importante para perceber, principalmente, que alguns termos técnicos usados na aplicação não estavam totalmente corretos, sendo este feedback importante para, posteriormente, ser utilizado em melhoramentos da aplicação.

### 6.4 Avaliação das funcionalidades

Ao longo desta secção são apresentados os resultados dos participantes, voluntários e peritos, às questões relativas a cada funcionalidade testada no teste de usabilidade. Para cada secção, é ainda apresentado o feedback dado pelos participantes, quer dificuldades que estes encontraram ao longo da realização do teste, quer sugestões que estes apresentaram para cada grupo.

Este feedback foi obtido através das últimas duas questões do questionário, que pediam ao utilizador para relatar alguma dificuldade e/ou sugerir algo para ser desenvolvido na aplicação, e também pela observação do supervisor ao longo da realização dos testes. Tal como a divisão existente no questionário, esta secção também se encontra dividida em 5 subsecções que dizem respeito às principais funcionalidades da aplicação.

Todas as secções expõem os resultados obtidos, quer pelos participantes voluntários, quer pelos participantes peritos. Para todos os grupos no questionário são apresentadas perguntas com opções de resposta numa escala de 1-Discordo Totalmente a 5-Concordo Totalmente (Escala de Likert). Para os 3 primeiros grupos são também apresentadas 2 a 3 questões de escolha múltipla que servem para entender se o utilizador percebeu o significado das funcionalidades da aplicação.

#### 6.4.1 Mapa

O grupo relativo às funcionalidades existentes no mapa é o maior grupo no que diz respeito ao número de perguntas, o que vai ao encontro, ao também, maior número de funcionalidades existentes neste menu, quando comparado com os restantes grupos. Assim, é natural que este grupo tenha sido o que mais suscitou dificuldades na realização dos testes e também onde mais sugestões de melhoramentos foram registadas.

##### 6.4.1.1 Filtragem dos pontos de recolha por tipo de resíduo

Das tarefas onde os utilizadores sentiram mais dificuldades foi na filtragem dos pontos de recolha por tipo de resíduos. Foi perceptível, durante a execução desta tarefa, que o

ícone utilizado para a ação desta tarefa não era o mais ajustado, tendo sido recomendado a utilização do símbolo de filtro em vez do símbolo de pesquisa.

No anexo I.2, é possível observar os resultados relativos à facilidade da filtragem de resíduos, para os participantes voluntários. Os resultados indicam que a maioria dos utilizadores achou que a filtragem por tipo de resíduos é simples, onde 8 (44,4%) utilizadores responderem com o valor máximo (5), 4 (22,2%) optaram pelo valor 4, 5 (27,8%) escolheram o valor intermédio 3, sendo que apenas 1 (5,6%) utilizador respondeu com o valor 2.

Para os participantes peritos, um participante optou pela classificação máxima da escala, o que significa que encontrou facilmente onde efetuar a filtragem. No entanto, o outro participante perito teve algumas dificuldades a realizar a tarefa, tendo escolhido o valor intermédio da escala.

### 6.4.1.2 Registo de depósitos efetuados

Em relação ao registo de depósitos, foi notado que alguns utilizadores voluntários demoraram algum tempo para descobrir onde poderiam efetuar o mesmo. Apesar disto, nunca foi necessária a ajuda do supervisor para a conclusão da tarefa.

Existiram dois reparos importantes, por parte de três participantes voluntários distintos, incluindo o participante da área de Design. O primeiro refere-se ao ícone utilizado para representar o depósito, que não sugere diretamente qual o efeito da sua ação. O segundo reparo deve-se ao texto do botão utilizado na página de detalhes do ponto de recolha que permite registar o depósito. Para o primeiro, foi recomendada a alteração do ícone para um que melhor representasse o registo de um depósito, como por exemplo, a utilização de um símbolo que representasse uma pessoa a introduzir algo num ecoponto. Para o segundo, foi aconselhado que se alterasse o texto de *'Depósito disponível clique aqui'* para *'Registar depósito aqui'*, de maneira que o utilizador entendesse melhor qual a ação que o botão despoleta.

Apesar disto, os participantes voluntários acharam bastante interessante a funcionalidade do registo dos seus depósitos, e, como se pode observar no anexo I.3, 11 utilizadores (77,8%) optaram pelo valor mais elevado da escala (5), sendo que os restantes 7 (38,9%) optaram pelo valor 4, não se tendo registado nenhum resultado abaixo deste.

Ainda em relação aos registo de depósitos, foi ainda sugerido que fosse permitido aos utilizadores seleccionar vários tipos de resíduos numa só ação de registo. Assim, no caso do utilizador reciclar vários tipos de resíduo, no mesmo ponto de recolha, ao mesmo tempo, seria possível fazê-lo tudo de uma única vez, não sendo necessário voltar a clicar no botão de registo de depósito.

Em relação aos participantes peritos, os resultados foram bastante positivos, tendo ambos os participantes optado pelo valor máximo (5), o que demonstra que estes utilizadores acharam esta funcionalidade bastante interessante. Estes também comentaram,

com o supervisor, que esta funcionalidade pode ser uma mais valia na motivação para a reciclagem.

Foi ainda recomendado, pelo perito do Departamento de Ambiente, que se pedisse informação ao utilizador sobre a capacidade do contentor depois deste registar o depósito, utilizando uma vez mais o *crowdsourcing* na atualização dos dados da plataforma. Assim, os restantes utilizadores podiam ser informados sobre a capacidade corrente daquela ecoponto, ajudando estes a decidir em que ecoponto fazer a reciclagem.

De forma a entender se os participantes tinham compreendido de facto como é efetuado o registo de depósitos na aplicação, foi realizada uma pergunta de escolha múltipla que continha 3 respostas erradas e apenas 1 correta.

- **Questão** - *Relativamente ao registo de depósitos: Onde são efetuados depósitos de material reciclado na aplicação?*
- **Resposta correta** - *Apenas em ecopontos que se encontrem perto da localização corrente (ou das localizações mais recentes)*

Para os participantes voluntários as respostas foram bastantes positivas, e podem ser visualizadas na figura 6.9, onde 15 (83,3%) dos participantes responderam acertadamente, e apenas 3 (16,7%) deram uma resposta errada. Estes resultados demonstram que a grande maioria dos utilizadores compreendeu que só pode efetuar um depósito quando está (ou esteve recentemente) perto de um ponto de recolha. Para os participantes peritos, um dos utilizadores acertou na resposta, enquanto o outro participante errou.

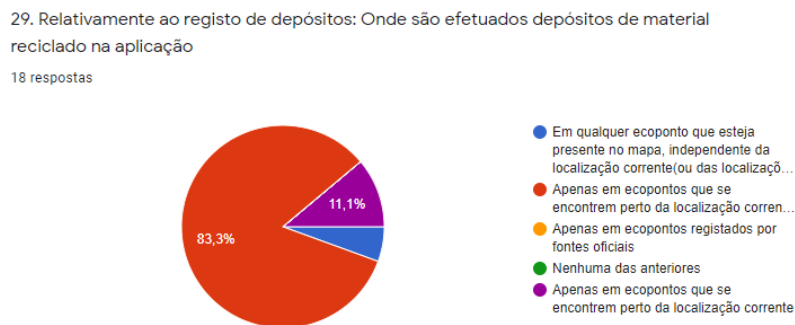


Figura 6.9: Resultados para a pergunta sobre o local onde é possível registar os depósitos efetuados

#### 6.4.1.3 Sincronização das localizações mais recentes

Uma das maiores dificuldades sentidas pelos utilizadores, foi o facto de não encontrarem rapidamente o botão para sincronizar as suas últimas localizações na aplicação e assim, descobrir os pontos de recolha que tinham passado mais próximo recentemente. Em geral, os participantes, demoraram algum tempo a entender onde realizar esta tarefa, tendo alguns participantes necessitado de ajuda por parte do supervisor.

Os resultados à questão - “A sincronização das localizações mais recentes para efetuar um depósito é de fácil percepção” -, apontam diretamente esses problemas, onde se regista uma grande disparidade nos resultados.

Para os participantes voluntários, apesar destes terem demorado algum tempo a executar a tarefa, acabaram, na sua maioria, por responder com os valores mais altos da escala. Como se pode comprovar na figura 6.10, 6 participantes (33,3%) responderam com o valor 4, e 5 (27,8%) optarem pelo valor mais alto (5), indicando que, apesar das dificuldades sentidas, conseguiram resolver a tarefa. No entanto, houve ainda 3 participantes (16,7%) que responderam com a opção 2 e 4 (22,2%) com a opção intermédia 3, notando-se aqui alguma dificuldade na realização da tarefa. De notar que todos os utilizadores que responderam com o valor 2 necessitaram de ajuda do supervisor para concluir a tarefa.

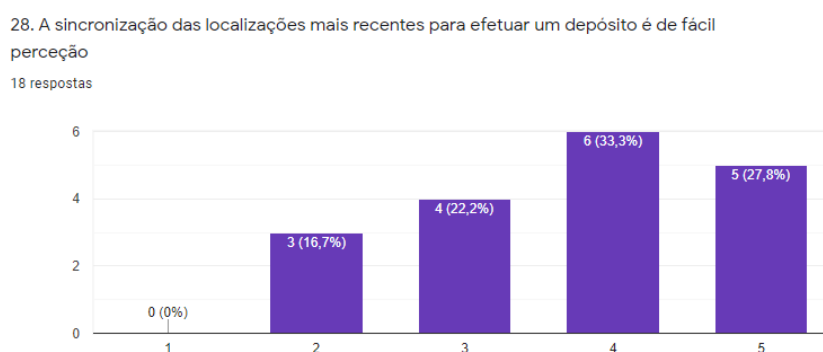


Figura 6.10: Facilidade na sincronização das localizações mais recentes

Para os participantes peritos, esta funcionalidade foi mais fácil de realizar, com ambos os participantes a optarem pelo valor 4 da escala, o que mostra que estes concluíram a tarefa com sucesso.

Apesar destas dificuldades sentidas, os utilizadores sugeriram que um tutorial ao iniciar a aplicação pela primeira vez seria bastante útil para entender onde a tarefa seria realizada, e que uma vez aprendido seria mais simples em execuções futuras.

Para entender se os participantes tinham realmente compreendido a funcionalidade de sincronização das suas localizações mais recentes, foi introduzido no questionário a seguinte pergunta de escolha múltipla.

- **Questão** - *Relativamente à sincronização da localização: A sincronização da localização:*
- **Resposta correta** - *Serve para entender se o utilizador passou perto de algum ecoponto de maneira a poder registar o depósito efetuado mais tarde*

A figura 6.11 demonstra os resultados obtidos para os participantes voluntários nesta questão. Nesta figura é demonstrado que a maioria dos participantes (17) acertou na resposta correta, o que demonstra que estes facilmente entenderam que sincronizar as suas

localizações significa que a aplicação percebe quais os pontos de recolha mais próximos que o participante passou recentemente, para posteriormente registar o depósito.

30. Relativamente à sincronização da localização: A sincronização da localização:

18 respostas

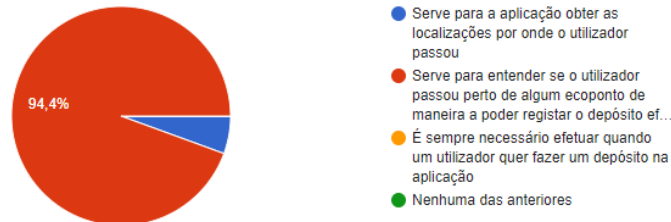


Figura 6.11: Pergunta de escolha múltipla relativa às sincronizações de localizações

Ambos os participantes peritos responderam corretamente a esta questão.

#### 6.4.1.4 Detalhes sobre pontos de recolha

O anexo I.4 mostra que os participantes acharam útil a possibilidade de observar uma pré-visualização de alguns dados sobre o ponto de recolha que clicaram no mapa, sem ter de entrar na sua página de detalhes. Nesta página, é possível obter informações sobre o ponto, nomeadamente o seu responsável e os materiais que aí são recolhidos. Em relação aos participantes voluntários, nenhum optou por valores abaixo de 3, sendo que 4 participantes (22,2%) optaram pelo valor 3, também 4 participantes (22,2%) registaram o valor 4 e a grande maioria, 10 participantes (66,7%), optaram pelo valor mais elevado (5).

Em relação aos participantes peritos, estes acharam bastante útil esta funcionalidade, tendo ambos respondido o valor 5 da escala.

Sobre a funcionalidade de obter a classificação dos utilizadores para cada ponto de recolha, que demonstra quem está a registar mais depósitos nesse ponto, os participantes, de modo geral, acharam interessante o facto de se conseguir obter esta informação em forma de *ranking*, o que permite também aumentar os níveis de competitividade na aplicação.

No anexo I.5, é possível observar os resultados obtidos para os participantes voluntários. Esta figura demonstra o referido anteriormente, com 8 participantes (44,4%) a optarem pelo valor 4, e igualmente o mesmo número de participantes registaram o valor 5. Apenas 2 participantes (11,1%) escolheram o valor intermédio 3.

Para os participantes peritos, ambas as respostas foram bastantes positivas, tendo os dois participantes registado o valor máximo da escala.

Sobre esta questão, foi ainda sugerido, por um participante voluntário, que se acrescentasse mais algumas estatísticas para cada utilizador presente no *ranking*. Estas estatísticas poderiam conter quais os materiais que cada utilizador reciclou nesse ponto de recolha.

#### 6.4.1.5 Inserção de novos pontos de recolha

Através do anexo I.6, é possível concluir que os participantes voluntários tiveram relativa facilidade no preenchimento do formulário de inserção de um novo ponto de recolha. A grande maioria destes, 11 participantes (77,8%), optaram pelo valor mais alto, enquanto os restantes 7 (38,9%) responderam com o valor 4 da escala, o que indica que nenhum dos utilizadores teve dificuldade no seu preenchimento.

Esta tendência seguiu-se também para os participantes peritos, onde ambos responderam a esta questão com o valor 4.

Apesar dos resultados positivos, foi notado, pelo supervisor, ao longo da realização da tarefa, que os participantes não entenderam o porquê de serem eles a preencher informações que, na realidade, não teriam acesso. Assim, para melhorar esta funcionalidade foi sugerido, pelos participantes, que em vez de ser o utilizador regular da aplicação a ser o responsável pelo ponto de recolha, este apenas informava a plataforma da existência de um ponto de recolha naquele local, podendo preencher os dados gerais do ponto de recolha, tais como localização, fotografia, estado, e informação básica sobre os contentores aí existentes, como o tipo de material recolhido. O melhoramento desta funcionalidade é abordada em mais detalhe no capítulo 7.

De forma a entender se os participantes tinham percebido como funcionava a aprovação de um ponto de recolha depois de ser preenchido o formulário, foi elaborada uma questão para o efeito, transcrita de seguida.

- **Questão** - *Após preencher o formulário de inserção de um ponto de recolha, o que significa o ponto de recolha ir para aprovação?*
- **Resposta correta** - *Apenas os utilizadores que se encontrem próximos do ponto de recolha inserido e administradores poderão validar o ponto de recolha*

Da análise do anexo I.7, pode-se concluir que a grande maioria dos participantes voluntários, 13 (72,2%), acertaram na resposta correta, sendo que 4 participantes (22,2%) escolheram a resposta - *Toda a comunidade de utilizadores poderá dar a sua opinião (aceitar/rejeitar) a inserção*. Houve ainda 1 participante que optou pela opção de serem apenas os administradores a conferirem a veracidade das aprovações. Com a análise destes resultados, é possível perceber que, apesar de baixa, existiu uma percentagem (27,8%) de participantes que responderam incorretamente à questão e que por isso não entenderam a funcionalidade.

Os participantes peritos optaram ambos pela resposta correta, pelo que se consegue concluir que estes perceberam bem a funcionalidade em questão.

#### 6.4.1.6 Localização dos pontos de recolha

No anexo I.8, é possível concluir que todos os participantes voluntários inquiridos acham útil obter a localização corrente do utilizador, para assim perceber quais os pontos de

recolha mais próximos destes no mapa. O mesmo se conclui para os participantes peritos que optaram ambos pelo valor mais elevado da escala.

Apesar desta aceitação pelos participantes, foi sugerido que os pontos de recolha que se encontravam mais próximo da localização corrente do utilizador, e que estivessem ao alcance mínimo para registar um depósito, poderiam ser representados por uma cor diferente, o que, segundo estes, melhorava a perceptibilidade da funcionalidade de registar um depósito.

Através da figura 6.12, conseguiu-se concluir que os participantes voluntários acharam interessante o facto dos pontos de recolha estarem divididos por cores, sendo os marcadores de cor azul representantes dos pontos de recolha inseridos por companhias (como a Amarsul) e os marcadores a laranja os inseridos pela comunidade. Apesar de, na sua maioria, os participantes acharem útil esta funcionalidade, 2 deles (11,1%) optaram pelo 2º valor mais baixo da escala, e 4 (22,2%) optaram pelo valor 3. Os valores mais altos da escala, 4 e 5, foram escolhidos por 4 e 8 participantes (22,2% e 44,4%), respetivamente. Mesmo com a maioria dos utilizadores a optar pelos valores mais altos, houve algumas respostas entre o valor 2 e 3, o que leva a concluir que os participantes ficaram um pouco confusos com a presença de ambas as cores para os pontos de recolha no mapa. Estes participantes só percebiam o significado da cor quando acediam aos detalhes do ponto de recolha.

21. Achei útil o facto dos pontos de recolha estarem divididos por cores: pontos oficiais(ex.: Amarsul) e pontos inseridos pela comunidade  
18 respostas

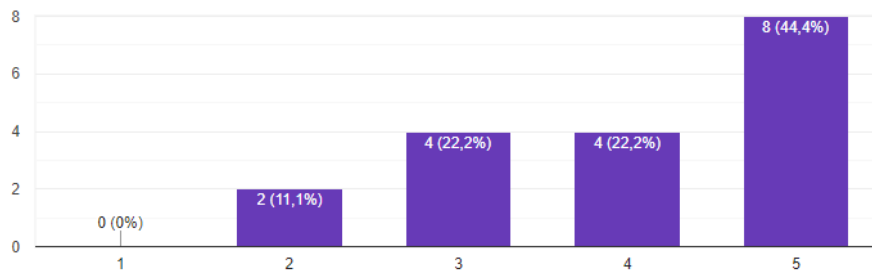


Figura 6.12: Utilidade dos pontos de recolha estarem divididos por cores no mapa da rede de recolha, para os participantes voluntários

Antes da realização do teste, foram adicionados pontos de recolha simulados, próximos do local onde o teste foi realizado, para ser possível registar um depósito num ponto de recolha próximo. Este problema pode ter surgido devido a este facto, pois, na realidade, os participantes ainda não tinham adicionado nenhum ponto de recolha.

#### 6.4.1.7 Feedbacks a pontos de recolha

Nos feedbacks reportados aos pontos de recolha, a principal dificuldade sentida foi na inserção de um novo feedback. Esta funcionalidade gerou alguma confusão, devido ao

botão de inserção conter um ícone de anomalia/perigo, ao invés de um ícone de adição (+), que representa uma inserção. Apesar disto, os participantes conseguiram todos realizar a tarefa pedida, sem a necessidade de ajuda do supervisor, tendo apenas recomendado a alteração do ícone.

Sobre os feedbacks de um ponto de recolha, todos os participantes perceberam facilmente onde encontrar os mesmos e conseguiram filtrá-los para obter apenas aqueles que estavam a aguardar resolução. No anexo I.9 são retratados os resultados obtidos para os participantes voluntários que validam que esta tarefa foi facilmente executada, sendo que foram apenas obtidos os valores 4 e 5, com 6 participantes (33,3%) e 12 participantes (66,7%), respetivamente.

Para os participantes peritos, os resultados foram bastante semelhantes, tendo um dos participantes optado pelo valor 4 e outro pelo valor 5, o que prova a facilidade na tarefa realizada.

### 6.4.2 Notificações

O grupo de perguntas referentes às notificações assenta principalmente nas funcionalidades de aprovação de pontos de recolha e feedbacks inseridos por outros utilizadores. Com este grupo foi possível perceber, principalmente, a usabilidade e a facilidade de interação dos participantes com estas funcionalidades.

#### 6.4.2.1 Design da página

A página de notificações encontra-se dividida em 3 áreas: as notificações referentes às aprovações de pontos de recolha, as referentes às aprovações de feedbacks e as notificações gerais da aplicação.

Como se pode observar no anexo I.10, os participantes voluntários perceberam a divisão da página de notificações em 3 áreas. Quer para os participantes voluntários, quer para os participantes peritos esta questão obteve resultados bastante positivos. Dos participantes voluntários, 11 destes (61,1%) optaram pelo valor máximo (5), sendo que os restantes 7 (38,9%) registaram o valor 4. Para os participantes peritos, também se obteve resultados positivos, com um dos participantes a registar o valor 5 e o outro a optar pelo valor 4 da escala.

Assim, é possível concluir que esta página encontra-se bem desenhada para as diferentes ações que aqui podem ser efetuadas, sendo que nenhum utilizador experienciou dificuldades acrescidas.

#### 6.4.2.2 Aprovação de feedbacks e pontos de recolha

Na figura 6.13, é possível observar a opinião dos participantes voluntários sobre o local na aplicação onde é possível aprovar ou rejeitar um feedback e/ou ponto de recolha. A partir desta figura, conclui-se que a maioria destes participantes acha que o local das

aprovações está no sítio correto, pois 8 participantes (44,4%) responderam com o valor 1 (o que significa que não acham necessária a mudança desta funcionalidade para outro local), e 3 participantes (16,7%) optaram pelo valor 2. Houve ainda 2 participantes (11,1%) que optaram pelo valor 5, e também 2 (11,1%) que registaram o valor 4, o que significa que não concordaram com o local da aplicação para as aprovações. Foi ainda registado por 3 vezes (16,7%) a resposta 3, o que pode significar indiferença no local da aplicação para aprovações. Os participantes que responderam com os valores 4 e 5, referiram ainda que era melhor existir um local na aplicação específico para esta funcionalidade, tendo sido recomendado a inserção de um novo item no menu de navegação da aplicação.

33. A funcionalidade de aceitar/rejeitar um feedback e/ou ponto de recolha existente na área da minha localização deveria estar noutra local da aplicação

18 respostas

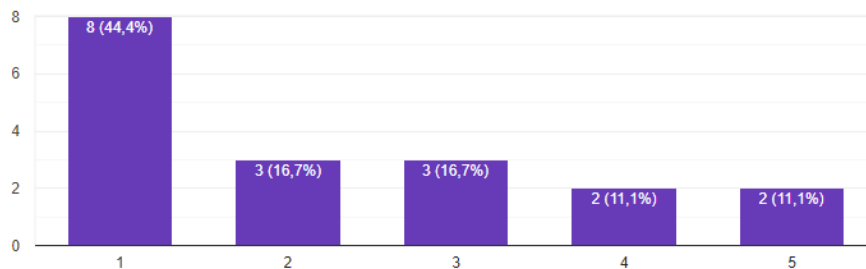


Figura 6.13: Opinião dos participantes voluntários sobre a localização da página de aprovações

Dos participantes peritos, um optou pelo valor mínimo 1 e outro registou o valor médio 3, o que prova também que as aprovações estarem disponíveis na página de notificações agradou a estes.

Apesar das sugestões de melhoria apresentadas por alguns participantes para esta funcionalidade, foi possível concluir que todos os participantes entenderam facilmente quais os feedbacks e pontos de recolha, para serem aprovados, que estavam disponíveis na sua área. A figura 6.14 mostra os resultados obtidos pelos participantes voluntários para a questão relativa a esta funcionalidade, onde o valor máximo da escala (5) foi escolhido por 12 participantes (66,7%), sendo que os restantes 6 (33,3%) dividiram-se, equitativamente, entre o valor 3 e 4. Os participantes peritos optaram por valores entre 4 e 5, o que prova que estes também entenderam facilmente a funcionalidade.

A partir da figura I.11, é possível concluir que os participantes concordaram com o método desenvolvido para assegurar a veracidade da informação disponibilizada pelos utilizadores da aplicação. Todos os participantes voluntários dividiram-se entre as opções 4 e 5, sendo que 13 (72,2%) optaram pela opção 5 e os restantes 5 (27,8%), pela opção 4. Para os participantes peritos, esta opinião manteve-se, tendo ambos optado pelo valor máximo da escala.

34. Entendi facilmente quais os feedbacks e/ou pontos de recolha que estavam disponíveis na minha área para aprovação

18 respostas

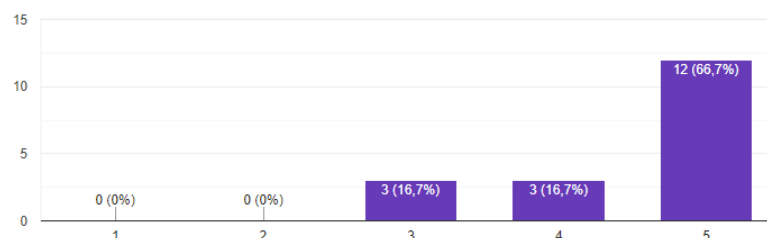


Figura 6.14: Facilidade dos participantes voluntários para entenderem os pontos de recolha e feedbacks que estavam disponíveis para aprovação na sua área

Assim, pode-se concluir que a funcionalidade está bem desenvolvida e ajuda a manter a aplicação atualizada de forma segura.

Sobre as respostas às aprovações, foi ainda possível observar, durante a realização do teste, que todos os participantes executaram facilmente a tarefa de aprovar ou rejeitar um pedido de novo feedback e ponto de recolha. Apesar disto, em relação ao mapa onde estavam dispostos os pontos de recolha para serem aprovados, os participantes sugeriram dois possíveis melhoramentos. O primeiro aborda o facto de não estar disponível a localização corrente, quando se está a navegar no mapa que mostra os pontos de recolha pendentes de aprovação. A segunda sugestão abordou a inserção dos botões de aceitar e rejeitar um ponto de recolha diretamente na pré-visualização deste no mapa, uma vez que os participantes acharam que todas as informações necessárias, para aceitar ou rejeitar um ponto de recolha, já estavam disponíveis nesta pré-visualização, não sentindo necessidade de consultar mais detalhes para responder ao pedido de aprovação.

Seguidamente, e para confirmar que os participantes conseguiram entender a funcionalidade de aceitar um feedback ou ponto de recolha, foram elaboradas duas questões para o efeito.

A primeira questão deste grupo diz respeito à aceitação de um pedido de feedback.

- **Questão** - *Relativamente à aprovação de feedbacks reportados na área: O que significa aceitar um feedback*
- **Resposta correta** - *Concordar com o que outro utilizador da aplicação reportou, validando a informação (descrição, fotografia, tipo de anomalia) constante no report*

Todos os participantes do teste, quer voluntários, quer peritos, responderam corretamente à questão. A figura 6.15 mostra que a taxa de acerto da resposta foi de 100%, para os participantes voluntários, sendo o mesmo valor registado para os participantes peritos.

Assim, pode-se concluir que o processo de aprovação foi bem explícito para os participantes, e que, quer com as tarefas propostas, quer com o desenho da interface gráfica, os participantes conseguiram entender o objetivo das aprovações de feedbacks.

36. Relativamente à aprovação de feedbacks reportados na área: O que significa aceitar um feedback:

18 respostas

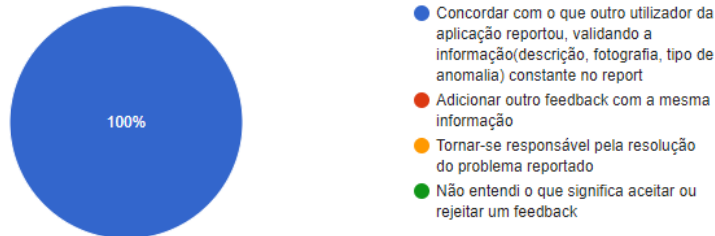


Figura 6.15: Resultados para a questão do significado de aceitar um feedback

A segunda questão aborda a aprovação de pontos de recolha na área onde o utilizador está localizado no momento.

- **Questão** - *Relativamente à aprovação de pontos de recolha na sua área: O que significa aceitar um ponto de recolha*
- **Resposta correta**- *Concordar que existe um novo ponto de recolha na área, assim como, validar as informações que nele constam, como localização, tipo de materiais recolhidos ou estado do mesmo*

No anexo I.12, é possível observar os resultados obtidos para esta questão, para os participantes voluntários. Esta questão foi respondida corretamente por todos estes participantes, o que indica que, à semelhança da aprovação de feedbacks, estes também entenderam o significado de responder a um pedido de aprovação de ponto de recolha. Relativamente aos participantes peritos, os resultados obtidos foram semelhantes aos participantes voluntários, com ambos os peritos a responderem corretamente à questão.

### 6.4.3 Família

Neste grupo foram realizadas as tarefas que dizem respeito ao contexto da família na aplicação. Foi pedido aos participantes para se juntarem a uma família e realizarem algumas tarefas neste contexto, nomeadamente a visualização das classificações inter-família, convidar novos membros e ainda, ver as famílias na sua vizinhança, assim como a sua disposição no mapa.

#### 6.4.3.1 Reunir a família num grupo na aplicação

De acordo com os resultados apresentados na figura 6.16, é possível concluir que a maioria dos participantes voluntários acharam interessante o facto de poder reunir a sua família, ou quem vive consigo, na aplicação, de modo a existir uma competição por quem recicla mais vezes dentro do seu agregado familiar. Houve apenas 1 participante (5,6%) a optar

pelo valor intermédio, enquanto os restantes registaram os valores mais altos da escala, 4 e 5, tendo a maioria destes optado pelo valor mais alto. Assim, pode-se concluir também, que os participantes entenderam para que servia esta funcionalidade. Os participantes peritos, optaram pelo valor 4, o que indica também que estes participantes acharam interessante esta funcionalidade.

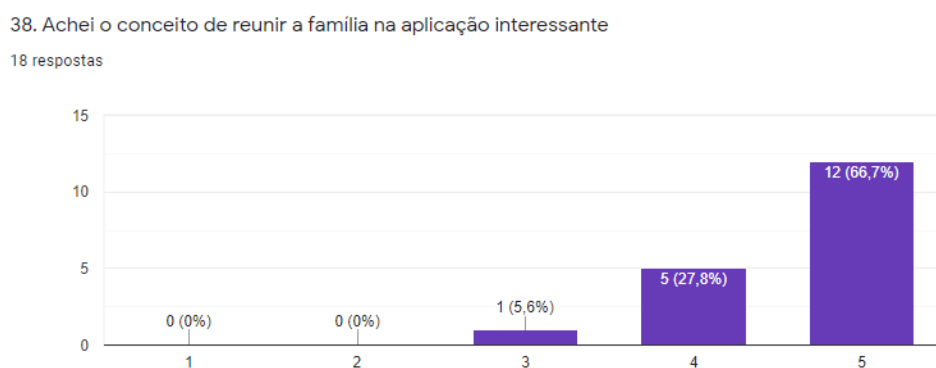


Figura 6.16: Interesse dos participantes voluntários para a funcionalidade da família

Sobre a partilha do código da família em aplicações de conversação, como SMS ou WhatsApp, foi elaborada uma pergunta no questionário para entender se os utilizadores tinham entendido facilmente como realizar esta tarefa. No anexo I.13 pode-se observar os resultados obtidos para os participantes voluntários, os quais foram bastante positivos, com 17 participantes (94,4%) a optar pelo valor máximo (5), e 1 participante pelo valor 4. A facilidade desta tarefa pode estar inteiramente relacionada com o facto dos utilizadores já estarem habituados a processos semelhantes em outras aplicações que usam no seu dia-a-dia. Assemelhando o que os utilizadores fazem noutras aplicações, permite reduzir a sua *learnability*. Para os participantes peritos os resultados foram igualmente positivos, tendo ambos optado pelo valor máximo da escala.

Alguns participantes recomendaram também a inserção de um botão de partilhar diretamente na página das informações da família, de modo a ser mais perceptível a partilha do código.

Em relação à pergunta sobre a possibilidade de alterar a classificação, entre o mês corrente e global, através do anexo I.14, conclui-se que todos os participantes voluntários conseguiram entender com facilidade a existência destes dois tipos de classificação, uma vez que 16 destes (88,9%) optaram pelo valor máximo (5), e 2 (11,1%) a registar o valor 4. Apesar disto, um participante sugeriu a retirada do *toggle* que permite alternar entre os dois tipos de classificação, uma vez que este entendeu a presença do *toggle* como algo que se iria ativar ou desativar. Uma vez que os botões de Ranking Mensal e Ranking Global já permitem alternar entre classificações, a sugestão apresentada foi dar mais ênfase a estes, alterando as suas cores à medida que vão sendo ativados/desativados. Nos participantes peritos, as respostas foram bastante semelhantes, com ambos a optarem

pelo valor máximo da escala.

Ainda sobre as classificações dentro da família, foi elaborada uma pergunta que permitia entender se os participantes tinham percebido o que significavam os pontos associados a cada membro, no contexto da classificação do mês corrente.

- **Questão** - *Relativamente ao ranking da família apresentado: O que significam os pontos associados a cada membro, no contexto de ranking mensal?*
- **Resposta correta** - *Os pontos referentes a depósitos efetuados no mês corrente.*

Na figura 6.17 observam-se os resultados obtidos para esta questão, para os participantes voluntários. Destes, 11 (61,1%) responderam corretamente à questão.

44. Relativamente ao ranking da família apresentado: O que significam os pontos associados a cada membro, no contexto de ranking mensal

18 respostas

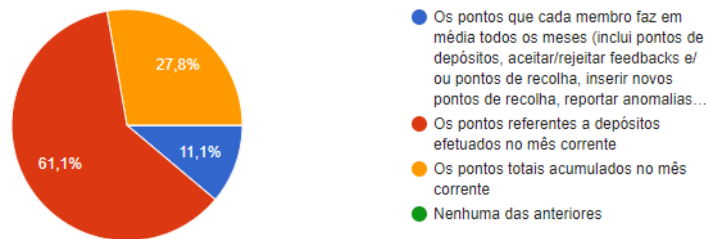


Figura 6.17: Resultados da questão relativa ao significado dos pontos associados a cada membro, no ranking da sua família

Dois participantes (8,3%) perceberam que o *ranking* mensal era a média de pontos de todos os meses desde a criação da família. Na aplicação, por baixo da tabela classificativa, existe um parágrafo a descrever como a classificação é calculada. No entanto, mesmo constando esta informação, alguns participantes acabaram por não entender o seu significado. O facto desta informação se encontrar por baixo da tabela, pode ter influenciado a que os participantes não tenham reparado na sua existência, uma vez que na maioria das vezes os participantes não faziam *scroll* até ao fim da tabela. Se esta informação fosse disposta em cima da tabela poderiam ter sido obtidos melhores resultados.

Foi ainda sugerido, por alguns participantes, que se permitisse que o administrador da família pudesse personalizar mais parâmetros desta, tais como:

- **Morada:** uma vez que esta pode ser alterada em contexto real,
- **Partilha da localização para a vizinhança:** os administradores da família podem não querer partilhar a localização da sua família, para as restantes famílias do bairro.

### 6.4.3.2 Competição entre famílias da mesma vizinhança

Foi pedido aos utilizadores que dessem a sua opinião sobre se a competição entre as famílias na mesma vizinhança ajudava a fomentar ações de reciclagem. Na figura 6.18 é possível observar os resultados relativos aos participantes voluntários para esta questão. Estes participantes, na sua maioria, dividiram-se entre as respostas de valor 4 e 5, com 6 (33,3%) e 9 participantes (50%), respetivamente. Houve ainda 2 participantes (11,1%) a optar pelo valor 3 e apenas 1 participante (5,6%) a registar o valor 2. Apesar de terem havido utilizadores a optarem por valores baixos, a grande maioria optou por valores altos, o que significa que os participantes concordaram com o facto da competição existente entre famílias do mesmo bairro ajudar a aumentar ações de reciclagem.

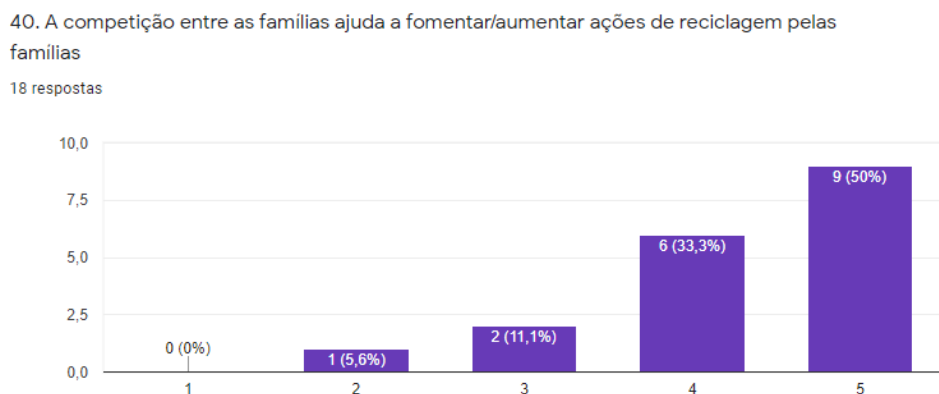


Figura 6.18: Resultados, para os participantes voluntários, sobre a utilidade do contexto de família na aplicação fomentar/aumentar ações de reciclagem

Para os participantes peritos as opiniões dividiram-se, com um dos participantes a optar pelo valor 2, e o outro participante a registar o valor 4.

Sobre a visualização das famílias no mapa de famílias, foi elaborada uma questão que aborda a facilidade da interação dos utilizadores com o mapa onde estão disponíveis as famílias, dentro de uma vizinhança. O anexo I.15 retrata os resultados obtidos para os participantes voluntários nesta questão. De modo geral, todos os utilizadores conseguiram visualizar, no mapa, a sua família e as famílias da sua vizinhança. Através desta funcionalidade é possível visualizar quais os limites da sua vizinhança e quais as famílias, dentro desses limites, que estão a concorrer com a sua. Neste anexo, I.15, é possível observar que os resultados foram distribuídos entre os valores 4 e 5, com 13 participantes (72,2%) a optar pelo valor máximo da escala, 4 (22,2%) a registar o valor 4, e apenas 1 participante a optar pelo valor intermédio da escala, não se tendo registado nenhum outro valor como resposta. Para os participantes peritos as respostas foram bastante semelhantes, tendo optado pelo valor 4 e 5, respetivamente.

Ainda sobre a funcionalidade da vizinhança, para entender se os participantes tinham

entendido o seu contexto aplicada às famílias, foi elaborada uma questão onde são apresentadas, 3 respostas possíveis, sendo que as 2 primeiras são válidas, apesar de uma estar mais correta/completa que outra.

- **Questão** - *Relativamente ao contexto de vizinhança: O que significa pertencer a uma vizinhança:*
- **Resposta correta** - *Grupo de todas as famílias mais próximas da família do utilizador.*

45. Relativamente ao contexto de vizinhança: O que significa pertencer a uma vizinhança:

18 respostas

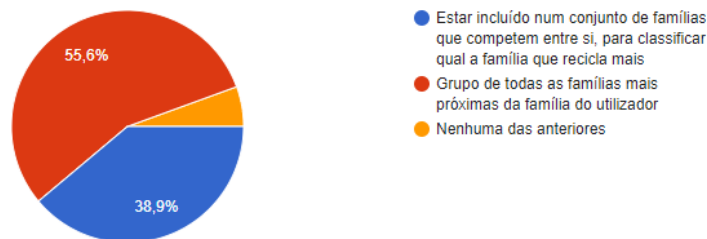


Figura 6.19: Resultados para os participantes peritos para a questão relacionada com o significado de pertencer a uma vizinhança

Na figura 6.19, é possível observar as respostas dos participantes voluntários a esta questão. As respostas foram divididas principalmente entre a resposta 1 (parcialmente correta) e a resposta 2 (totalmente correta), com 7 (38,9%) e 10 participantes (55,6%), respetivamente. A 3ª opção foi selecionada por 1 participante (5,6%), o que indica que este não entendeu o conceito de vizinhança abordado. Apesar da 1ª opção estar correta, a 2ª opção encontra-se mais completa, uma vez que era pretendido descobrir se os participantes conseguiam entender que a vizinhança dizia respeito ao grupo de famílias que se encontram mais próximas da família do utilizador. Para os participantes peritos, as opiniões dividiram-se entre a opção 1 e a opção 2.

Em relação ainda ao contexto de vizinhança, foi sugerido pelos utilizadores, que fossem alterados os ícones dos marcadores das famílias, no mapa da vizinhança, isto porque estes marcadores eram exatamente iguais aos utilizados para representar os ecopontos no mapa da rede de recolha. Foi ainda sugerido que a família do utilizador tivesse uma cor diferente das restantes.

#### 6.4.4 Perfil

Esta secção do questionário foi abordada de forma diferente consoante o tipo de participante que estava a realizar o teste.

Para os participantes voluntários foi pedido que realizassem algumas ações na página de perfil do utilizador, que visualizassem os depósitos registados por si, assim como, algumas estatísticas relacionadas com estes, e também que consultassem a lista de feedbacks reportados por si.

Nas tarefas para participantes peritos, o tema abordado nesta secção focou-se na gestão de um perfil de companhia na aplicação. As tarefas principais neste grupo foram alterar dados sobre a companhia, visualizar os supervisores associadas à mesma e qual a sua função, e por fim, foi pedido aos participantes que adicionassem e removessem um supervisor da companhia.

### 6.4.4.1 Alteração de dados do perfil

Para os participantes voluntários, foi perceptível que todos facilmente conseguiram alterar atributos dos detalhes do utilizador, como se pode comprovar pelo anexo I.16.

Ainda para este grupo de participantes, relativamente à alteração da fotografia do utilizador, através do anexo I.17, conclui-se que todos realizaram facilmente esta tarefa. Os participantes referiram ainda que esta tarefa foi fácil de ser completada, uma vez que é semelhante à alteração de fotografia noutras aplicações que usam no seu dia-a-dia, o que pode ter tornado a tarefa mais simples.

Para os participantes peritos, foi pedido que estes alterassem a morada da companhia, o qual era feito através da escolha de uma localização no mapa. Ambos os participantes peritos responderam positivamente, com os valores 4 e 5.

### 6.4.4.2 Depósitos efetuados e estatísticas

O grupo de perguntas referentes a depósitos foi apenas questionado aos participantes voluntários, uma vez que foram estes que realizaram as tarefas desta secção do guião.

Na figura 6.20, são apresentados os resultados que avaliam o interesse dos utilizadores para a visualização dos depósitos registados. A maioria dos participantes, 13 (72,2%), optou pelo valor 5, 2 participantes (11,1%) optaram pelo valor 4 e 3 registaram o valor intermédio 3. Estes resultados podem concluir que os utilizadores acharam, em geral, interessante conseguirem obter os depósitos que registaram.

Para oferecer ao utilizador a possibilidade de consultar estatísticas dos seus depósitos, assim como dividir estas temporalmente, foi elaborada uma página para este efeito, tal como referido anteriormente, em 5.4.2.9. Foi elaborada uma questão, para avaliar se os utilizadores perceberam o porquê da existência desta página, sendo que no anexo I.18 é possível observar os seus resultados. Observa-se que 17 participantes (94,4%) optaram pela resposta com valor máximo (5), enquanto 1 participante (5,6%) registou o valor 4. Com estes resultados concluí-se que estes perceberam a funcionalidade das estatísticas e que acharam interessante a sua existência.

48. Achei interessante visualizar a lista de depósitos que já efetuei

18 respostas

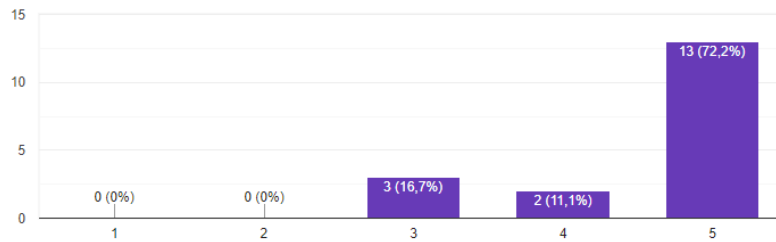


Figura 6.20: Interesse na visualização dos depósitos efetuados na aplicação, para os participantes voluntários

#### 6.4.4.3 Feedbacks atribuídos pelo utilizador

As questões relativas à página de feedbacks, disponível no perfil do utilizador, foram apenas disponibilizadas para os participantes voluntários.

Através do anexo I.19, é possível observar que a grande maioria dos participantes entendeu facilmente onde visualizar os feedbacks reportados aos pontos de recolha. 16 destes participantes (91,7%) optaram pelo valor máximo da escala, enquanto apenas 1 (5,6%) optou pelo valor 4, e também 1 participante optou pelo valor 3. Os participantes utilizaram com bastante frequência os filtros disponíveis no topo da página, que os ajudavam a completar a tarefa.

Na figura 6.21 está retratado o resultado da questão relativa à funcionalidade de resolver um feedback, que foi inserido previamente pelo utilizador. Esta figura mostra que os participantes, em geral, entenderam com facilidade como executá-la, com 10 participantes (55,6%) a optar pelo valor 5 e 6 (33,3%) a registar o valor 4. Os restantes 2 participantes optaram pelo valor 2 e 3.

51. Entendi a funcionalidade de poder dar como resolvido um feedback que inseri anteriormente

18 respostas

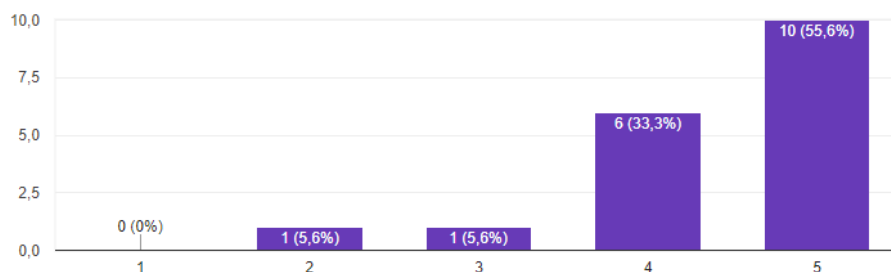


Figura 6.21: Respostas dos participantes voluntários sobre a funcionalidade de dar um feedback reportado por si como resolvido

Na tarefa de atribuir o feedback como resolvido, foi observado, pelo supervisor, que

dois dos participantes deram o feedback como resolvido inserindo um comentário na caixa de comentários, em vez de clicarem no botão no topo da página. No final do teste, quando questionados sobre o porquê de o terem feito, ambos os participantes referiram que não tinham observado com atenção a página, o que não permitiu que descobrissem a existência do botão. Das sugestões apresentadas, importa referir uma que poderá contornar este problema. A sugestão passa por inserir o botão de resolver o feedback mais próximo do local onde está a informação sobre o estado atual do mesmo, com um ícone apelativo.

#### 6.4.4.4 Menu de ajuda

A questão relativa ao menu de ajuda, há semelhança das anteriores, também foi apenas elaborada aos participantes voluntários.

Relativamente ao menu de ajuda da aplicação, a figura 6.22, mostra que os participantes entenderam com facilidade a informação que aqui era disponibilizada. 9 participantes (50%) optaram pelo valor 5, 5 (27,8%) pelo valor 4 e 4 (22,2%) registaram o valor intermédio 3. Foi ainda comentado com o supervisor que a informação apresentada os ajudou a compreender melhor como funciona a sincronização das suas localizações mais recentes. Alguns participantes, por vontade própria, seguiram ainda para a página *web* que era disponibilizada e que permitia descobrir mais informações sobre o tema.

52. O menu de ajuda nas definições da aplicação ajudou-me a entender a funcionalidade de sincronização da localização em background  
18 respostas

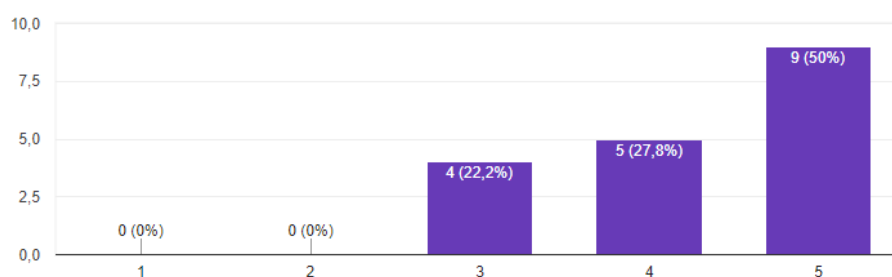


Figura 6.22: Facilidade dos utilizadores o interagir menu de ajuda

#### 6.4.4.5 Gestão dos supervisores da companhia

O grupo de questões relativas à gestão dos supervisores de uma companhia foi apenas abordado aos participantes peritos.

Os resultados para a questão referente à facilidade com que estes participantes visualizaram a lista de supervisores da companhia, estão representados no anexo I.20. Esta tarefa foi facilmente executada pelos participantes, tendo sido obtidos apenas resultados positivos.

Para entender se estes participantes tinham realmente percebido a existência de supervisores para cada companhia, foi elaborada uma pergunta que apresentou também resultados positivos, como mostra o anexo I.21.

Estes participantes tiveram ainda a tarefa de adicionar um supervisor à sua companhia, fornecendo para isso o nome de utilizador ou e-mail do supervisor, necessitando do mesmo de já se encontrar registado na aplicação. O anexo I.22 representa os resultados obtidos para esta pergunta, onde ambos os participantes responderam positivamente.

Sobre a gestão da companhia, um dos participantes sugeriu que fossem adicionadas mais permissões aos colaboradores das companhias (supervisores na aplicação), sendo que cada permissão ficaria responsável por determinadas ações da companhia, trazendo assim, diferentes níveis de acesso aos seus supervisores. Assim iriam, por exemplo, existir supervisores na aplicação que eram responsáveis por tratar dos feedbacks aos pontos de recolha que a companhia é responsável, e existiriam outros supervisores responsáveis por adicionar e manter atualizada a informação sobre os seus ecopontos.

### 6.4.5 Meus pontos de recolha

Para o grupo relativo às tarefas relacionadas com a gestão dos pontos de recolha inseridos pelo utilizador, foi pedido aos participantes que visualizassem a lista de pontos de recolha inseridos por si, quer os que já tinha sido aprovados, quer os que ainda aguardavam aprovação. Neste grupo, os participantes tiveram ainda a oportunidade de efetuar a gestão de um dos seus pontos de recolha, à sua escolha, atualizando e adicionando novos contentores ao mesmo.

#### 6.4.5.1 Lista dos meus pontos de recolha

Na figura 6.23 é possível observar os resultados, dos participantes voluntários, relativamente à facilidade que estes tiveram em entender o significado do menu “*Meus pontos de recolha*”. Como a figura mostra, a maioria dos participantes voluntários optou pelos valores mais altos, tendo os resultados sido distribuídos pelos valores 4 e 5, com 4 (22,2%) e 13 (72,2%) votos, respetivamente. Houve ainda 1 participante (5,6%) que optou pelo valor 2, tendo sido este o valor mais baixo registado. Este participante achou inicialmente que esta página dizia respeito aos pontos de recolha onde o utilizador já tinha registado depósitos, e não aos pontos de recolha adicionados por si. Esta dificuldade pode ter surgido porque nesta página eram apresentados uma lista de pontos de recolha que foram previamente adicionados antes da execução do teste, o que poderá ter confundido o participante.

Para esta questão, os participantes peritos entenderam facilmente o conceito, visto ambos terem optado pelo valor 4.

Observando o anexo I.23, consegue-se concluir que os participantes voluntários tiveram, em geral, facilidade em filtrar os pontos de recolha pelo tipo de material que era recolhido nestes. Destes participantes, 15 (83.3%) optaram pelo valor mais alto da escala, enquanto os restantes dividiram-se pelos valores 3 e 4, com 1 e 2 votos, respetivamente.

53. Entendi facilmente o que são os meus pontos de recolha

18 respostas

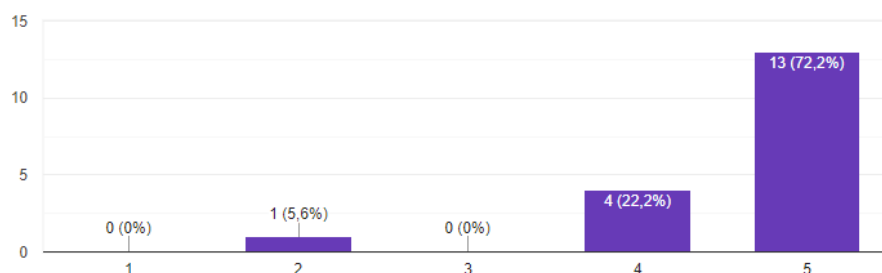


Figura 6.23: Facilidade de percepção do significado do menu de pontos de recolha, para participantes voluntários

Nesta tarefa, os participantes peritos também tiveram resultados positivos, com ambos os participantes a registarem o valor 4 da escala.

Ainda sobre a filtragem dos seus pontos de recolha, foi pedido aos participantes que filtrassem os seus pontos por região e/ou cidade. Como se pode verificar na figura 6.24, os participantes voluntários acharam interessante esta funcionalidade, tendo 12 (66,7%) optado pelo valor 5, 4 (22,2%) pelo valor 4 e 2 (11,1%) pelo valor intermédio 3. Já os participantes peritos dividiram as suas opinião entre os valores 3 e 5.

55. Achei interessante visualizar os pontos de recolha por região/distrito/cidade

18 respostas

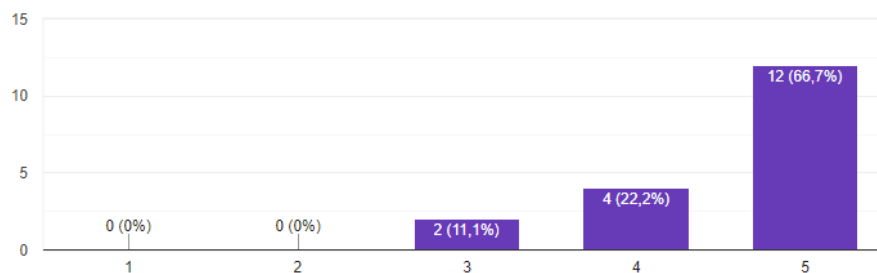


Figura 6.24: Interesse dos participantes voluntários em consultar os seus pontos de recolha distribuídos por região/cidade filtrada

No anexo I.24 observa-se os resultados relativos à facilidade da visualização dos pontos de recolha no mapa, quer quando aplicado o filtro de limitação por região/cidade, quer quando não aplicado nenhum filtro de localização. Os participantes voluntários, em geral, acharam fácil a visualização dos pontos de recolha no mapa, tendo a maioria optado pelo valor máximo da escala, havendo apenas 1 participante a registar um valor abaixo de 3. Estes participantes referiram ainda, que acharam bastante interessante o facto de, após filtrar os seus pontos de recolha para um determinada cidade, estar disponível no mapa uma área a cinzento que limita a cidade que filtraram. Nesta questão, os participantes peritos optaram pelos valores mais altos, mostrando também que facilmente conseguiram

resolver a tarefa.

#### 6.4.5.2 Página de edição do ponto de recolha

Em relação à edição dos seus pontos de recolha, foi pedido aos participantes que editassem a informação sobre o estado de um dos pontos de recolha da lista, à sua escolha. O anexo I.25 mostra os resultados relativos a esta questão, para os participantes voluntários. É possível concluir que os participantes entenderam facilmente onde podiam adicionar um novo contentor a um ponto de recolha, visto 12 participantes (66,7%) terem optado pelo valor máximo (5), e 6 (33,3%) terem registado o segundo valor mais alto da escala. Para os participantes peritos esta funcionalidade foi também simples de executar, tendo estes optado pelos valores mais altos da escala.

No decorrer das execuções das tarefas relativas a este grupo, observou-se que os participantes tiveram algumas dificuldades em editar um contentor de um ponto de recolha. Esta dificuldade fez-se sentir devido à necessidade de fazer um clique longo sobre o contentor que o participantes queria editar. Os participantes não perceberam que o menu de *popup* só aparecia após um clique longo, clicando por diversas vezes apenas com um clique único. Os participantes sugeriram que o clique longo fosse alterado pelo clique único, ou então, que fosse apresentado um botão de edição do contentor, de forma mais explícita.

## 6.5 Conclusão

Após a análise dos testes com utilizadores conseguiu-se atingir o principal objetivos destes testes - entender possíveis erros de usabilidade e design que existissem na aplicação e que poderiam degradar a sua experiência de utilização. Para além disto, foi também possível verificar se, as funcionalidades definidas inicialmente para o sistema, estavam alinhadas com aquilo que os utilizadores esperariam de uma aplicação que visa promover práticas sustentáveis e alteração de comportamento.

A partir da recolha de todas as opiniões, quer dos participantes peritos, quer dos participantes voluntários, foi possível reunir algumas sugestões e melhoramentos para serem aplicadas numa futura implementação de melhoria do sistema, para ir ao encontro das necessidades e problemas encontrados pelos utilizadores. A partir desta análise, foi possível concluir que algumas funcionalidades devem ser reestruturadas, nomeadamente a inserção de pontos de recolha por utilizadores “normais” da aplicação, visto estes não disporem de todas as informações necessárias para preencher os campos obrigatórios. Este ponto será discutido em mais detalhe no capítulo 7.

A participação de participantes peritos, apesar de em muito menor número quando comparados com os participantes voluntários, foi bastante importante para aferir os termos técnicos utilizados na aplicação, nomeadamente em relação aos tipos de resíduos recolhidos nos ecopontos.

Sobre a amostra utilizada neste teste, e devido à pandemia que se fez sentir durante o seu desenvolvimento e avaliação, não foi possível testar a aplicação com uma amostra maior e mais elevada em termos de idades dos seus participantes. Verifica-se, para os participantes voluntários, uma média de idades relativamente baixa, e teria sido interessante testar a aplicação com utilizadores de uma amplitude de idades superior. Ainda devido à pandemia, houve algumas limitações no método utilizado para realizar os testes (videoconferências online com controlo remoto do telemóvel do supervisor), não tendo sido possível testar a aplicação no contexto real de utilização, isto é, testar no terreno com os utilizadores. Todo este processo complexo para testar a aplicação foi também uma limitação para testar a plataforma com pessoas mais velhas ou crianças, que possivelmente poderiam ter realizado o teste em condições normais.

Apesar de todas estas limitações, foi ainda possível obter uma amostra com 18 participantes voluntários e 2 participantes peritos. Segundo Nielsen e Landauer, em [28], a razão custo/benefício entre o número de participantes e o número de problemas encontrados, acontece na testagem com não mais que cinco utilizadores, o que foi possível obter nesta avaliação. De acordo com os autores, isto acontece porque quando se adiciona mais utilizadores aos testes do sistema, não se está a detetar novos problemas, mas sim problemas que já foram descobertos pelos primeiros utilizadores que o realizaram.

Mesmo com uma amostra não muito elevada, foi possível concluir, através do [SUS](#), que os participantes acharam em geral que a aplicação tinha boa usabilidade, tendo os resultados do [SUS](#), quer para os participantes voluntários, quer para os participantes peritos, sido bastante superior à pontuação considerada média (68), que indica se uma aplicação é usável ou não. Ainda com uso do questionário [SUS](#), foi possível derivar outros dois parâmetros, a aprendizagem e a usabilidade. Também estes foram bastante superiores ao valor médio 68, o que é bastante positivo para a aplicação desenvolvida.

Em geral, os utilizadores não tiveram problemas em utilizar a aplicação e em realizar as tarefas propostas, tendo estes muitas das vezes tentado aprofundar mais sobre as funcionalidades, mesmo quando não lhes era pedido.

## CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Este capítulo apresenta as conclusões do trabalho desenvolvido nesta dissertação e descreve melhorias possíveis que poderão ser futuramente implementadas na aplicação.

### 7.1 Conclusão

Esta dissertação focou-se no desenvolvimento de uma aplicação que não só fornece informação geográfica sobre os serviços de reciclagem existentes, como também procurou, através da persuasão e do uso de *crowdsourcing*, alterar comportamentos e atitudes na população no que à reciclagem diz respeito.

O protótipo desenvolvido no âmbito desta dissertação utilizou conceitos de persuasão aplicados a aplicações móveis, que tiveram como principal objetivo afetar diretamente a consciencialização para práticas sustentáveis.

Detetando em tempo real a localização do utilizador, é possível indicar a este, quais os pontos de recolha que existem mais perto de si, assim como também, fornecer informação relevante sobre os mesmos, como tipos de material recolhido e datas das próximas recolhas a serem efetuadas. Os utilizadores podem ainda participar em comunidade para o melhoramento dos serviços de reciclagem, reportando problemas que encontrem nos ecopontos. A componente de gamificação focou-se essencialmente no registo dos depósitos que os utilizadores fazem na vida real, tentando sempre tornar esta funcionalidade o menos intrusiva possível.

Todas estas funcionalidades foram definidas no capítulo de Introdução, em 1, deste documento, tendo os requisitos funcionais, de dados, e lógica do jogo, sido especificado em mais detalhe no capítulo de Conceção da Solução, em 4.

A plataforma como está desenvolvida é um **claro melhoramento às aplicações já implementadas e disponibilizadas no mercado**, uma vez que reúne a informação espacial

e detalhada dos ecopontos, a gamificação aplicada aos processos de reciclagem e a utilização da comunidade para melhorar estes serviços, algo que não estava disponível noutras aplicações.

Durante o design e desenvolvimento da plataforma foi utilizada uma abordagem iterativa, tendo existido duas iterações principais. A primeira iteração é explicada em detalhe em 5.1, e aborda o primeiro desenho das principais páginas da aplicação. Esta iteração contou ainda com um pequeno teste de usabilidade a um grupo restrito de utilizadores. A segunda iteração teve em conta o feedback obtido nestes testes, tendo sido aqui implementado todo o sistema (*backend e frontend*), assim como realizada a avaliação do mesmo, através da de testes de usabilidade.

Os testes conduzidos na segunda iteração, descritos no capítulo 6, foram bastantes positivos, tendo os utilizadores mostrado interesse na aplicação desenvolvida. Ao utilizar a plataforma, os participantes demonstraram uma boa experiência de utilização, tendo a aplicação conseguido mantê-los motivados para cumprir as tarefas propostas. Apesar disto, estes testes também demonstraram pequenos problemas a nível de interface gráfica e de funcionalidades que poderão ser melhorados no futuro.

Assim, pode-se concluir que esta dissertação foi ao encontro aos objetivos iniciais definidos e que as suas principais contribuições, em 1.4, foram cumpridas com sucesso.

### 7.2 Trabalho futuro

Durante a avaliação da plataforma, através dos testes de usabilidade, foi perceptível que algumas funcionalidades precisam de alguns melhoramentos e ajustes, para se adaptarem às necessidades dos seus utilizadores.

Uma das funcionalidades mais debatidas pelos utilizadores foi a inserção de novos pontos de recolha na aplicação. Os utilizadores ficavam sem perceber a necessidade de serem eles a tornarem-se responsáveis pelo ponto de recolha, que estavam a inserir, apenas porque tinham sido eles a disponibilizar essa informação na aplicação. Assim, as sugestões dos utilizadores passaram essencialmente por, na altura de preencher o formulário associado ao novo ponto de recolha, ser possível mencionar qual a companhia responsável pelo ponto, no caso do utilizador conhecer essa informação, ou então que essa fosse posteriormente adicionada por um responsável ou administrador da plataforma. Ou seja, o utilizador deveria preencher apenas os campos comuns, como a fotografia do ponto de recolha, quais os contentores que este tem disponível, os materiais que aí podem ser depositados e a sua localização. Os restantes atributos mais específicos, como a capacidade dos contentores e a periodicidade da sua recolha seria depois adicionada pela companhia oficialmente responsável.

De maneira a que os utilizadores tivessem oportunidade contribuir mais para a plataforma, foi sugerido que, depois do registo de um depósito, o utilizador fosse questionado sobre as condições do ecoponto onde o efetuou. Isto serviria para detetar alguma anomalia no ecoponto ou mesmo para saber a sua capacidade corrente e disponibilizá-la aos

restantes utilizadores que tivessem intenção de ir reciclar naquele ecoponto.

Como trabalho futuro, é também importante disponibilizar uma versão da aplicação no mercado de aplicações da Google, a Google Play Store <sup>1</sup>. A disponibilização da aplicação ao público, será importante, entre outros motivos, para aferir o modelo de aprovações de pontos de recolha e feedbacks implementados neste primeiro protótipo da aplicação.

Com a utilização mais frequente da aplicação poderá ser possível identificar áreas onde a aplicação é mais utilizada e aí avaliar o modelo de aprovações implementado. A ideia será, em áreas onde a aplicação é mais utilizada, ser necessário que mais utilizadores contribuam para as aprovações de ecopontos e feedbacks, e em áreas com menos densidade populacional e/ou utilização da plataforma diminuir esse número. Assim, pode-se concluir que é bastante importante disponibilizar a aplicação para a comunidade e reagir de acordo com a sua utilização.

A integração de companhias de outras regiões, que não a margem sul do Tejo (como é o caso da Amarsul), é bastante importante para conseguir disponibilizar mais informação noutras zonas do país, e assim, aumentar a utilização da aplicação.

Futuramente, seria também aconselhada uma implementação da aplicação para outros sistemas operativos, nomeadamente o *iOS*, que está presente nos dispositivos móveis fornecidos pela *Apple*<sup>2</sup>. Esta versão permitiria, uma vez mais, expandir os números de utilização da aplicação.

No projeto que integra o desenvolvimento desta dissertação, está atualmente a ser desenvolvido um jogo sério, cujo objetivo é educar e sensibilizar a população para práticas sustentáveis através da utilização de aplicações móveis. Este projeto é desenvolvido pelo aluno Francisco Gouveia, na sua dissertação de mestrado.

Com base no descrito, existem alguns pontos importantes a ter em conta em implementações futuras da aplicação e que servirão sobretudo para melhorar as funcionalidades implementadas. Neste primeiro protótipo desenvolvido conseguiu-se alcançar uma aplicação funcional, testada por utilizadores com resultados positivos e que servirá de base para futuros melhoramentos.

---

<sup>1</sup>Google Play Store - <https://play.google.com/store>

<sup>2</sup>Apple - <https://www.apple.com/>



## BIBLIOGRAFIA

- [1] P. Baeck e A. Casey. *Crowdmapping - A single map is worth a thousand words*. URL: <https://www.nesta.org.uk/feature/digital-social-innovation/crowdmapping/> (acedido em 13/01/2020).
- [2] A. Bangor, T. Staff, P. Kortum, J. Miller e T. Staff. “Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale”. Em: *Journal of usability studies* 4.3 (2009), pp. 114–123. ISSN: 1931-3357.
- [3] S. Burigat e L. Chittaro. “Geographical data visualization on mobile devices for user’s navigation and decision support activities”. Em: *Spatial Data on the Web: Modeling and Management* (2007), pp. 261–284.
- [4] C. and Capineri. “The Nature of Volunteered Geographic Information”. Em: *European Handbook of Crowdsourced Geographic Information* (2016), pp. 15–33.
- [5] G. Chatzimilioudis, A. Konstantinidis, C. Laoudias e D. Zeinalipour-Yazti. “Crowdsourcing with smartphones”. Em: *IEEE Internet Computing* 16.5 (2012), pp. 36–44. ISSN: 10897801. DOI: [10.1109/MIC.2012.70](https://doi.org/10.1109/MIC.2012.70).
- [6] J. W. Crampton. “Interactivity types in geographic visualization”. Em: *Cartography and Geographic Information Science* 29.2 (2002), pp. 85–98. ISSN: 15230406. DOI: [10.1559/152304002782053314](https://doi.org/10.1559/152304002782053314).
- [7] A. Developer. *Android 5.0 APIs*. URL: <https://developer.android.com/about/versions/android-5.0.html> (acedido em 31/10/2020).
- [8] A. Developer. *Introduction to Activities*. URL: <https://developer.android.com/guide/components/activities/intro-activities> (acedido em 31/10/2020).
- [9] *Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. en. Standard ISO/TC 159/SC 4. International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/63500.html>.
- [10] B. J. Fogg. “Persuasive computers: Perspectives and research directions”. Em: *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings* April (1998), pp. 225–232.
- [11] B. J. Fogg. “Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do”. Em: *Ubiquity* (2002). DOI: [10.1145/764008.763957](https://doi.org/10.1145/764008.763957).

- [12] L. Gorlenko e R. Merrick. “No wires attached: Usability challenges in the connected mobile world”. Em: *IBM Systems Journal* 42.4 (2003), pp. 639–651. ISSN: 00188670. DOI: 10.1147/sj.424.0639.
- [13] F. Gouveia. “Developing a Lusory Platform to Promote and Facilitate Recycling”. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2020.
- [14] L. Handley. *Smartphone Usage in 2025*. URL: <https://www.cnn.com/2019/01/24/smartphones-72percent-of-people-will-use-only-mobile-for-internet-by-2025.html> (acedido em 13/11/2019).
- [15] S. J. “A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices. Measuring Usability LLC”. Em: (2011).
- [16] John Brooke. “SUS - A quick and dirty usability scale”. Em: *Usability Evaluation in Industry* (1996), pp. 189–94.
- [17] B. Kar, R. Sieber, M. Haklay e R. Ghose. “Public Participation GIS and Participatory GIS in the Era of GeoWeb”. Em: *Cartographic Journal* 53.4 (2016), pp. 296–299. ISSN: 17432774. DOI: 10.1080/00087041.2016.1256963. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00087041.2016.1256963>.
- [18] S. Karampanah. “A Survey of Usability Issues in Mobile Map-based Systems”. Tese de mestrado. Institute for Geoinformatics University of Münster, fev. de 2019.
- [19] J. Kohlbrecher, S. Hakobyan, J. Pickert e U. Grossmann. “Visualizing energy information on mobile devices”. Em: *Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS'2011 2* (2011), pp. 817–822. ISSN: 00189162.
- [20] M. J. Kraak. “Geovisualization illustrated”. Em: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 57.5-6 (2003), pp. 390–399. ISSN: 09242716. DOI: 10.1016/S0924-2716(02)00167-3.
- [21] J. Lewis e J. Sauro. “The Factor Structure of the System Usability Scale”. Em: *Proceedings of the 1st International Conference on Human Centered Design: Held as Part of HCI International 5619* (jul. de 2009), pp. 94–103. DOI: 10.1007/978-3-642-02806-9\_12.
- [22] Lipor. *Reciclagem: Conceito*. URL: <http://lipor.pt/pt/residuos-conceitos-fundamentais/reciclagem-conceito/> (acedido em 11/02/2020).
- [23] J. Livescault. *What is Crowdsourcing?* (in 2019). URL: <https://www.braineet.com/blog/crowdsourcing/>.
- [24] P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire e D. W. Rhind. *Geographic Information Science and Systems*. 4ª ed. Wiley Publishing, 2015. ISBN: 1118676955.

- [25] R. Looije, G. M. Te Brake e M. A. Neerinx. “Usability engineering for mobile maps”. Em: *Mobility Conference 2007 - The 4th Int. Conf. Mobile Technology, Applications and Systems, Mobility 2007, Incorporating the 1st Int. Symp. Computer Human Interaction in Mobile Technology, IS-CHI 2007* January (2007), pp. 532–539. DOI: [10.1145/1378063.1378150](https://doi.org/10.1145/1378063.1378150).
- [26] T. W. Malone, R. Laubacher e C. N. Dellarocas. “Harnessing Crowds: Mapping the Genome of Collective Intelligence”. Em: *SSRN Electronic Journal* (2009). DOI: [10.2139/ssrn.1381502](https://doi.org/10.2139/ssrn.1381502).
- [27] NASA. *Climate Change: How Do We Know?* URL: <https://climate.nasa.gov/evidence/> (acedido em 11/02/2020).
- [28] J Nielsen e J Landauer. “A mathematical model of finding the usability problem. Proceedings of the CHI 93 proceedings of the Interact conference on human factors in computing systems”. Em: *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference* (1993), pp. 206–213. ISSN: 0-89791-575-5. URL: [http://delivery.acm.org/10.1145/170000/169166/p206-nielsen.pdf?ip=152.11.88.1&id=169166&acc=ACTIVESERVICE&key=A79D83B43E50B5B8.2003C2B88ABD935A.4D4702B0C3E38B35.4D4702B0C3E38B35&{}\\_{}\\_acm{}\\_{}\\_=1540407948{}\\_bdce6a77cc527ebad722f2dd84e367da](http://delivery.acm.org/10.1145/170000/169166/p206-nielsen.pdf?ip=152.11.88.1&id=169166&acc=ACTIVESERVICE&key=A79D83B43E50B5B8.2003C2B88ABD935A.4D4702B0C3E38B35.4D4702B0C3E38B35&{}_{}_acm{}_{}_=1540407948{}_bdce6a77cc527ebad722f2dd84e367da).
- [29] J. Nielsen. *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993. ISBN: 0125184050.
- [30] E. G. Nilsson. “Design patterns for user interface for mobile applications”. Em: *Computer-Aided Design of User Interfaces VI - Proceedings of the 7th International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces, CADUI 2008* (2009), pp. 307–312. ISSN: 09659978. DOI: [10.1007/978-1-84882-206-1-28](https://doi.org/10.1007/978-1-84882-206-1-28).
- [31] D. A. Norman. *The Design of Everyday Things*. New York, USA: Basic Books, Inc., 2002. ISBN: 9780465067107.
- [32] D. de Notícias. *Menos adeptos da reciclagem e a produzir cada vez mais lixo. Assim são os portugueses*. URL: <https://www.dn.pt/vida-e-futuro/menos-adeptos-da-reciclagem-e-a-produzir-cada-vez-mais-lixo-assim-sao-os-portugueses-10141738.html> (acedido em 05/02/2020).
- [33] H. Oinas-Kukkonen e M. Harjumaa. “Persuasive Systems Design: Key Issues, Process Model, and System Features”. Em: *Communications of the Association for Information Systems* 24 (mar. de 2009). DOI: [10.17705/1CAIS.02428](https://doi.org/10.17705/1CAIS.02428).
- [34] C. Pereira Junior, G. Holanda e R. Spitz. “Crowdmapping e mapeamento colaborativo em iniciativas de inovação social no Brasil”. Em: *XX Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital* (2016), pp. 969–974.

- [35] A. Poplin. "How user-friendly are online interactive maps? Survey based on experiments with heterogeneous users". Em: *Cartography and Geographic Information Science* 42.4 (2015), pp. 358–376. ISSN: 15450465. DOI: [10.1080/15230406.2014.991427](https://doi.org/10.1080/15230406.2014.991427).
- [36] B. Shneiderman. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. 3rd. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1997. ISBN: 0201694972.
- [37] Statista. *Number of smartphone users worldwide from 2016 to 2021(in billions)*. URL: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/> (acedido em 05/02/2020).
- [38] U. S. G. Survey. *Volunteer Geographic Information (CEGIS)*. URL: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/ngp/cegis/vgi> (acedido em 03/01/2020).
- [39] P. Thanachan e A. Jiamsanguanwong. "Comparative usability evaluation of mobile map applications". Em: *2016 6th International Workshop on Computer Science and Engineering, WCSE 2016* June 2016 (2016), pp. 23–27.
- [40] J. Verplanke, M. K. McCall, C. Uberhuaga, G. Rambaldi e M. Haklay. "A Shared Perspective for PGIS and VGI". Em: *Cartographic Journal* 53.4 (2016), pp. 308–317. ISSN: 17432774. DOI: [10.1080/00087041.2016.1227552](https://doi.org/10.1080/00087041.2016.1227552).
- [41] M. Worboys e M. Duckham. *GIS: A Computing Perspective*. 2ª ed. Florida, USA: CRC Press, Inc., 2004. ISBN: 9780415283755.



## STORYBOARDS DO DESIGN DO PRIMEIRO PRÓTOTIPO

- **Figura A.1** - Depósito de um resíduo no ecoponto mais próximo
- **Figura A.2** - Página da família de um utilizador
- **Figura A.3** - Inserção de um novo ecoponto e visualização da lista de ecopontos a serem aprovados

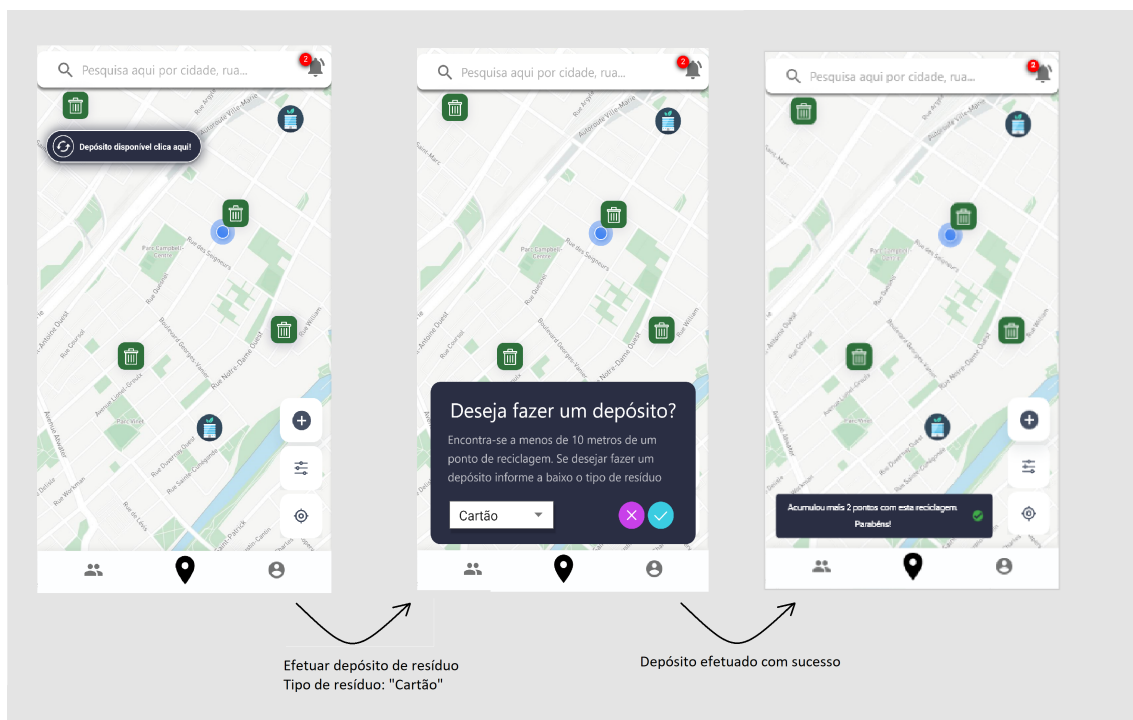


Figura A.1: *Storyboard* referente ao design da funcionalidade de depósito de um resíduo quando o utilizador se encontra na proximidade de um ecoponto

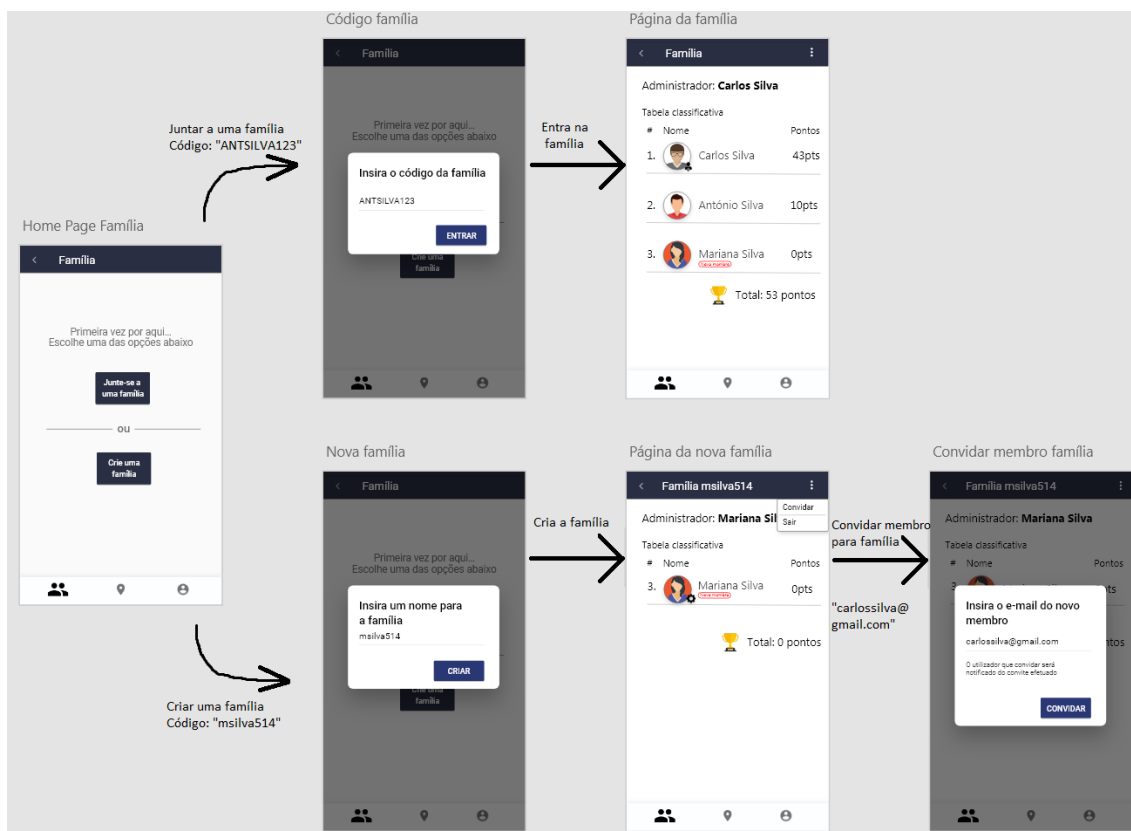


Figura A.2: *Storyboard* referente ao design da funcionalidade da família. Um utilizador pode-se juntar a uma família já existente ou criar um nova família

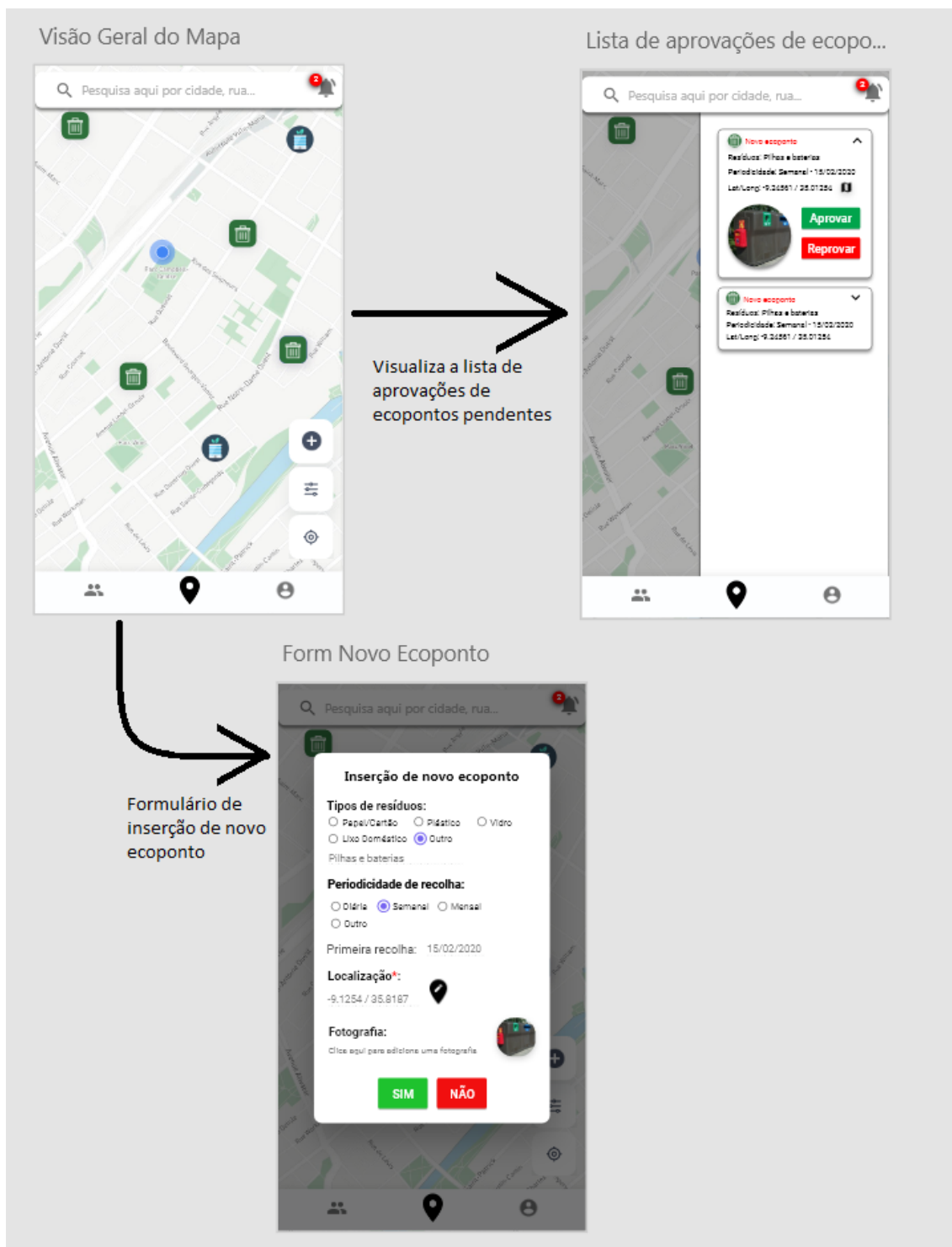


Figura A.3: *Storyboard* referente ao design da funcionalidade de inserção de um novo ecoponto e a visualização de aprovações pendentes



APÊNDICE



## TESTE DE USABILIDADE DO PRIMEIRO PRÓTIPO

## Teste de usabilidade “Recycling App”

Bem-vindo ao 1º teste de usabilidade da Recycling App.

O objetivo deste é testar a usabilidade da *user interface* do primeiro protótipo da aplicação integrada na dissertação de mestrado “*Engaging a responsive platform to encourage recycling*” desenvolvida no NOVA LINCS - Departamento de Informática da FCT/NOVA. A plataforma tem como objetivo principal promover a reciclagem, através de técnicas de persuasão e crowdsourcing.



Notas importantes para a execução do teste:


- O teste encontra-se dividido em 3 grupos, sendo que a ordem de execução dentro de cada grupo importa para uma análise correta do protótipo
- No final de cada grupo deverá inserir um comentário sobre as dificuldades que tenha encontrado no decorrer do teste.
- Este protótipo foi realizado através da ferramenta Adobe XD, e pode ser consultado em:  
<https://xd.adobe.com/view/74d849f3-37cd-4689-7c2b-f09c5c1def5e-02e9/?fullscreen&hints=off>
- Os campos de *input* de teclado não são editáveis neste contexto de teste do protótipo e quando necessários são preenchidos automaticamente

---

## Grupo 1 - Mapa interativo

### Tarefas

1. Visualizar as informações de um ecoponto à escolha
2. Marcar um ecoponto como favorito
3. Efetuar um depósito de um resíduo:
  - a. Para simular a proximidade a um ecoponto clicar no botão 
  - b. Efetuar o depósito de um resíduo
    - i. Na lista de resíduo selecionar “Cartão”
4. Adicionar um novo ecoponto ao mapa com os seguintes campos:
  - a. Tipo de resíduos: **Outro** (descrição: “Pilhas e baterias”)
  - b. Periodicidade de recolha: **Semanal**
  - c. Primeira recolha: “15/02/2020”
  - d. Localização: Escolher a localização a partir de 
  - e. Fotografia (preenchimento automático)

**Nota:** todos os campos são preenchidos automaticamente à exceção do último “Localização” que necessita de confirmação
5. Verificar os ecopontos que estão à espera de aprovação
6. Aprovar o primeiro ecoponto da lista de ecopontos a serem aprovados
  - a. A localização do ecoponto a ser aprovado pode ser consultada em: 
7. Navegar para a página de detalhes de um ecoponto à escolha

### Grupo 1.1 - Detalhes Ecoponto

1. Visualizar os detalhes do ecoponto (Tipo de resíduos recolhido, privacidade, capacidade, etc)
2. Visualizar lista de comentários feitos pelos utilizadores a esse ecoponto
  - a. Para o primeiro comentário da lista ver os seus detalhes
3. Reportar um novo incidente com o ecoponto
  - a. Tipo de anomalia: “Sujo”
  - b. Comentário: “Demasiado cheio, a acumular de fora” (automático)
  - c. Fotografia (automático)
  - d. Submeter feedback

## Grupo 2 - Página da Família

### Tarefas

1. Juntar-se a uma família já existente
  - a. O código da família “ANTSILVA123” é inserido automaticamente
2. Depois de entrar numa família, visualizar a lista de membros, pontos individuais e acumulados. Identificar o administrador da família
3. Abandonar a família
4. Criar uma nova família
  - a. O nome da nova família “msilva” é inserido automaticamente
5. Visualizar a lista de membros

6. Convidar um novo membro para a família
  - a. O e-mail do novo membro "[carlossilva@gmail.com](mailto:carlossilva@gmail.com)" é inserido automaticamente

### Grupo 3 - Página de perfil

#### Tarefas

1. Visualizar os dados pessoais do utilizador com sessão iniciada na aplicação
2. Editar os dados pessoais e guardar a edição feita
  - a. Nota: a informação a ser alterada é feita automaticamente, basta guardar os dados em seguida
3. Visualizar os comentários feitos a ecopontos
4. Visualizar as reciclagens efetuadas anteriormente



## SYSTEM USABILITY SCALE

1. I think that I would like to use this system frequently
2. I found the system unnecessarily complex.
3. I thought the system was easy to use.
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.
5. I found the various functions in this system were well integrated.
6. I thought there was too much inconsistency in this system.
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.
8. I found the system very cumbersome to use.
9. I felt very confident using the system.
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.





## DIAGRAMA ENTIDADE-RELAÇÃO DA BASE DE DADOS

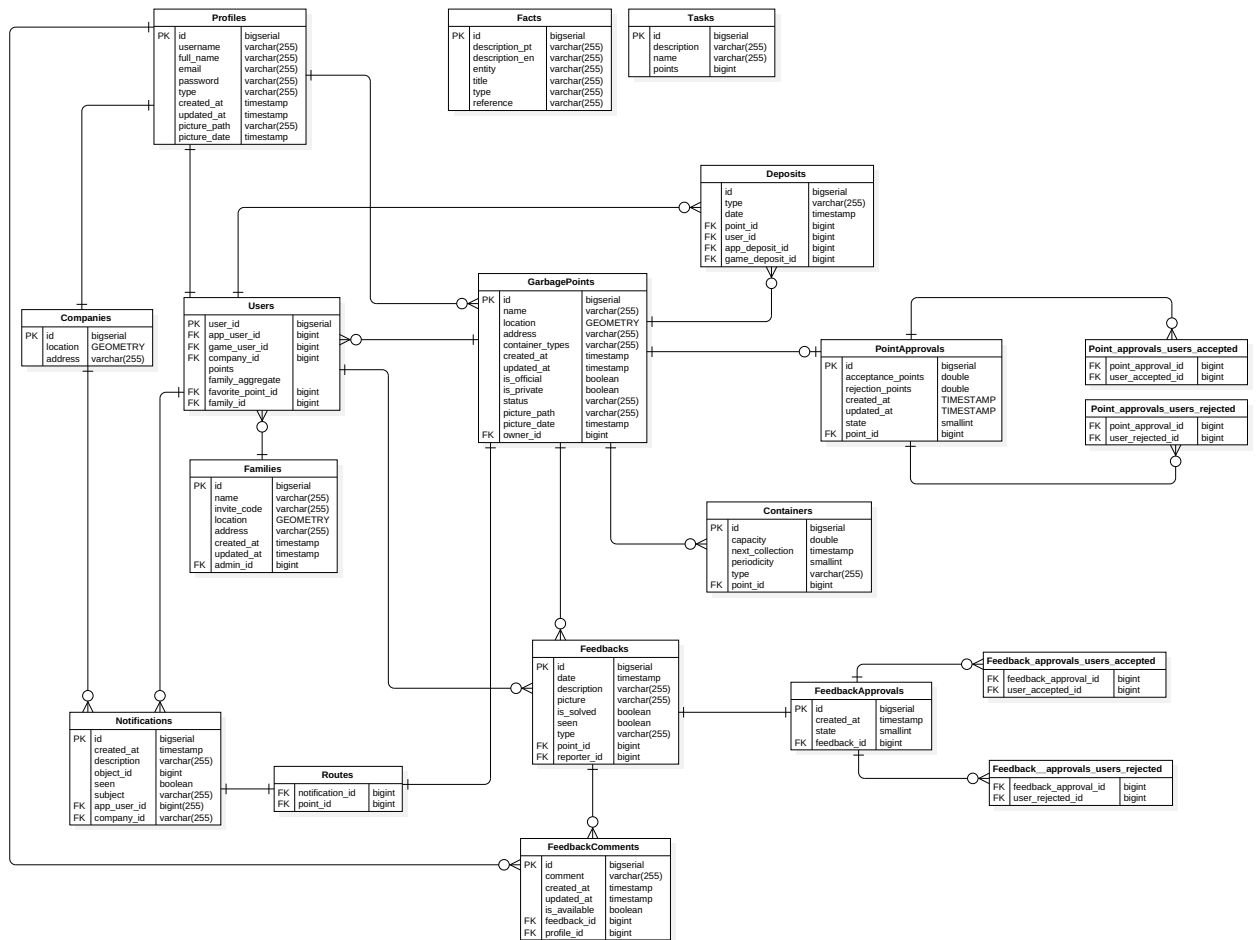


Figura D.1: Diagrama da Base de dados



A P Ê N D I C E



**GUIÃO DE TESTE PARA PARTICIPANTES  
VOLUNTÁRIOS**

## Plataforma para promover a reciclagem através de técnicas de persuasão e crowdsourcing

Este estudo tem como objetivo avaliar a usabilidade da aplicação desenvolvida no âmbito de uma dissertação de mestrado desenvolvida no Departamento de Informática da FCT-NOVA, em colaboração com o Departamento de Ciências do Ambiente da mesma faculdade, e com a parceria da Amarsul.

Esta aplicação tem como principal objetivo promover ações de reciclagem por parte dos cidadãos, fornecendo informação válida e atualizada sobre os centros e serviços de reciclagem existentes. Os utilizadores podem visualizar a localização e outros detalhes sobre os pontos de recolha de reciclagem existentes na sua cidade, e também contribuir para melhorar os seus serviços, fornecendo feedback sobre anomalias encontradas e/ou inserindo novos pontos de recolha que ainda não se encontrem disponíveis na aplicação. Para além disto, a aplicação tem associada uma componente de *gamificação*, onde os utilizadores podem registar as suas reciclagens efetuadas, ganhando pontos para competir com outros utilizadores.

A aplicação encontra-se desenvolvida para smartphones Android, onde será realizado o teste. Este teste requer o acesso à internet e que o sensor de localização esteja ativo para realizar as tarefas necessárias.

A sua participação neste estudo é voluntária, e todos os dados que forem recolhidos são confidenciais. A anonimidade será mantida durante a análise dos dados e a publicação e apresentação dos resultados.

Sempre que possível comente em voz alta as ações que for realizando ao longo do teste, o que permitirá aferir, com melhor qualidade, possíveis problemas que existam na aplicação. Faça sempre uma avaliação sincera, seja ela qual for, de modo a obter resultados fidedignos.

No final do teste será disponibilizado um formulário onde poderá dar a sua opinião sobre a aplicação e avaliá-la. O formulário servirá para efeitos de melhoramento da aplicação em iterações futuras.

## Dados para início de sessão:

Tipo de utilizador	PLAYER
Username	domsantos
Password	123

## Tarefas propostas:

### 1. Mapa

- a. Na interface do mapa faça *zoom-in* e *zoom-out* para visualizar os pontos de recolha de reciclagem, assim como os clusters (aglomerado de pontos) existentes
- b. Pesquise os pontos de recolha no mapa por um ou mais tipos de material recolhidos
- c. Marque um dos pontos de recolha como favorito
- d. Consulte os detalhes de um ponto de recolha à sua escolha
  - i. Na página de detalhes verifique os feedbacks associados ao ponto de recolha. Escolha um dos feedbacks que aguarde resolução e escreva um comentário no mesmo;
  - ii. Na página de feedbacks insira um novo feedback ao ponto de recolha, preenchendo todos os campos do formulário
  - iii. Visualize a classificação dos utilizadores no ponto de recolha escolhido
- e. Selecione um dos pontos de recolha próximo de si e efetue um depósito de material reciclado (necessário encontrar-se a menos de 20m do ponto de recolha)
- f. Supondo que acabou de ir à rua fazer uma reciclagem dos resíduos que tinha em casa. Quando chega a casa abre a aplicação e deseja sincronizar as suas localizações mais recentes para registar na aplicação o depósito que acabou de reciclar
  - i. Visualize os pontos de recolha mais próximos por onde passou
  - ii. Visualize a rota efetuada
  - iii. Escolha um dos pontos de recolha para simular o depósito efetuado no seu percurso
- g. Inserir um novo ponto de recolha na aplicação, inserindo os dados do ponto de recolha (contentores disponíveis, fotografia, localização, entre outros)
- h. Obter a localização corrente

### 2. Notificações

- a. Vá para a página de notificações e visualize as notificações que tem presente
- b. Nos feedbacks que tem pendentes de aprovação:
  - i. Selecione um dos feedbacks

- ii. Veja os seus detalhes e responda ao pedido de aprovação
- c. Nos pontos de recolha que tem pendentes de aprovação
  - i. Veja no mapa os novos pontos que outros utilizadores inseriram para serem aprovados
  - ii. Selecione um dos pontos, veja os seus detalhes e responda ao pedido de aprovação

### **3. Família**

- a. Junte-se a uma família através do código oVrOjj
- b. Visualize os detalhes de informação sobre a sua família, assim como a sua tabela classificativa, e alterne entre a tabela do mês corrente e a tabela global, conferindo a classificação dos membros da sua família
- c. Partilhe o código de convite da família
- d. Convide um novo membro para a família (Inserir o username: 'duartesilva4')
- e. Confira a classificação inter-famílias na sua vizinhança
  - i. Visualize no mapa a disposição das famílias na vizinhança
- f. Abandone a família em que está atualmente, e na página inicial da família crie uma nova família

### **4. Perfil**

- a. Consulte o seu perfil de utilizador
- b. Altere um dos campos de dados à sua escolha, guardando as alterações que efetuar
- c. Altere a foto de perfil através de uma imagem da galeria
- d. Consulte todos os depósitos de reciclagem já efetuados por si ao longo do tempo
  - i. Consulte as estatísticas dos depósitos efetuados, quer a distribuição global dos materiais que depositou, quer a distribuição mensal
- e. Consulte os feedbacks que foram dados por si aos pontos de recolha existentes na aplicação
  - i. Aceda a um dos feedbacks que aguardam resolução e consulte os seus detalhes
  - ii. Dê o feedback como resolvido para informar a comunidade que o report efetuado já foi tratado pelo responsável do ponto de recolha
- f. Consulte as definições da aplicação e visualize a explicação sobre a sincronização da sua localização em background

### **5. Meus pontos (pode ser visualizado melhor com o perfil da amarsul)**

- a. Consulte os pontos de recolha que foram inseridos por si na aplicação
- b. Filtre os pontos por tipo de material recolhido, à sua escolha
- c. Limpe a lista filtrada e faça uma nova filtragem com base numa localização (p.ex.: Amora)
- d. Veja os seus pontos de recolha distribuídos no mapa e volte para a página anterior
- e. Selecione um dos seus pontos de recolha

- i. Edite o estado e privacidade do ponto de recolha
- ii. Adicione um novo contentor ao ponto de recolha com o tipo de resíduos, periodicidade de recolha e capacidade do mesmo à sua escolha
- iii. Atualize a data da próxima recolha de um dos contentores já existentes na lista
- iv. Faça logout da aplicação e siga para a próxima tarefa



A P Ê N D I C E



## GUIÃO DE TESTE PARA PARTICIPANTES PERITOS

## **Plataforma para promover a reciclagem através de técnicas de persuasão e crowdsourcing**

Este estudo tem como objetivo avaliar a usabilidade da aplicação desenvolvida no âmbito de uma dissertação de mestrado desenvolvida no Departamento de Informática da FCT-NOVA, em colaboração com o Departamento de Ciências do Ambiente da mesma faculdade, e com a parceria da Amarsul.

Esta aplicação tem como principal objetivo promover ações de reciclagem por parte dos cidadãos, fornecendo informação válida e atualizada sobre os centros e serviços de reciclagem existentes. Os utilizadores podem visualizar a localização e outros detalhes sobre os pontos de recolha de reciclagem existentes na sua cidade, e também contribuir para melhorar os seus serviços, fornecendo feedback sobre anomalias encontradas e/ou inserindo novos pontos de recolha que ainda não se encontrem disponíveis na aplicação. Para além disto, a aplicação tem associada uma componente de *gamificação*, onde os utilizadores podem registar as suas reciclagens efetuadas, ganhando pontos para competir com outros utilizadores.

A aplicação encontra-se desenvolvida para smartphones Android, onde será realizado o teste. Este teste requer o acesso à internet e que o sensor de localização esteja ativo para realizar as tarefas necessárias.

A sua participação neste estudo é voluntária, e todos os dados que forem recolhidos são confidenciais. A anonimidade será mantida durante a análise dos dados e a publicação e apresentação dos resultados.

Sempre que possível comente em voz alta as ações que for realizando ao longo do teste, o que permitirá aferir, com melhor qualidade, possíveis problemas que existam na aplicação. Faça sempre uma avaliação sincera, seja ela qual for, de modo a obter resultados fidedignos.

No final do teste será disponibilizado um formulário onde poderá dar a sua opinião sobre a aplicação e avaliá-la. O formulário servirá para efeitos de melhoramento da aplicação em iterações futuras.

## Dados para início de sessão:

Tipo de utilizador	PLAYER
Username	domsantos
Password	123

## Tarefas propostas:

### 1. Mapa

- a. Na interface do mapa faça *zoom-in* e *zoom-out* para visualizar os pontos de recolha de reciclagem, assim como os clusters (aglomerado de pontos) existentes
- b. Pesquise os pontos de recolha no mapa por um ou mais tipos de material recolhidos
- c. Marque um dos pontos de recolha como favorito
- d. Consulte os detalhes de um ponto de recolha à sua escolha
  - i. Na página de detalhes verifique os feedbacks associados ao ponto de recolha. Escolha um dos feedbacks que aguarde resolução e escreva um comentário no mesmo;
  - ii. Na página de feedbacks insira um novo feedback ao ponto de recolha, preenchendo todos os campos do formulário
  - iii. Visualize a classificação dos utilizadores no ponto de recolha escolhido
- e. Selecione um dos pontos de recolha próximo de si e efetue um depósito de material reciclado (necessário encontrar-se a menos de 20m do ponto de recolha)
- f. Supondo que acabou de ir à rua fazer uma reciclagem dos resíduos que tinha em casa. Quando chega a casa abre a aplicação e deseja sincronizar as suas localizações mais recentes para registar na aplicação o depósito que acabou de reciclar
  - i. Visualize os pontos de recolha mais próximos por onde passou
  - ii. Visualize a rota efetuada
  - iii. Escolha um dos pontos de recolha para simular o depósito efetuado no seu percurso
- g. Inserir um novo ponto de recolha na aplicação, inserindo os dados do ponto de recolha (contentores disponíveis, fotografia, localização, entre outros)
- h. Obter a localização corrente

### 2. Notificações

- a. Vá para a página de notificações e visualize as notificações que tem presente
- b. Nos feedbacks que tem pendentes de aprovação:
  - i. Selecione um dos feedbacks

- ii. Veja os seus detalhes e responda ao pedido de aprovação
- c. Nos pontos de recolha que tem pendentes de aprovação
  - i. Veja no mapa os novos pontos que outros utilizadores inseriram para serem aprovados
  - ii. Selecione um dos pontos, veja os seus detalhes e responda ao pedido de aprovação

### 3. Família

- a. Junte-se a uma família através do código oVrOjj
- b. Visualize os detalhes de informação sobre a sua família, assim como a sua tabela classificativa, e alterne entre a tabela do mês corrente e a tabela global, conferindo a classificação dos membros da sua família
- c. Partilhe o código de convite da família
- d. Convide um novo membro para a família (Inserir o username: 'duartesilva4')
- e. Confira a classificação inter-famílias na sua vizinhança
  - i. Visualize no mapa a disposição das famílias na vizinhança
- f. Abandone a família em que está atualmente, e na página inicial da família crie uma nova família

**Faça agora logout da aplicação e altere a sessão para o seguinte utilizador:**

Tipo de utilizador	COMPANY
Username	amarsul
Password	123

### 4. Perfil

- a. Entre no perfil de utilizador e consulte os detalhes da sua companhia
- b. Altere a informação da localização da companhia, escolhendo uma nova localização à sua escolha
- c. Visualize a lista de supervisores associados à sua companhia
- d. Atribua um novo supervisor à companhia
- e. Retire um supervisor da companhia

### 5. Meus pontos

- a. Consulte os pontos de recolha que foram inseridos por si na aplicação
- b. Filtre os pontos por tipo de material recolhido, à sua escolha
- c. Limpe a lista filtrada e faça uma nova filtragem com base numa localização (p.ex.: Amora)
- d. Veja os seus pontos de recolha distribuídos no mapa e volte para a página anterior
- e. Selecione um dos seus pontos de recolha
  - i. Edite o estado e privacidade do ponto de recolha

- ii. Adicione um novo contentor ao ponto de recolha com o tipo de resíduos, periodicidade de recolha e capacidade do mesmo à sua escolha
- iii. Atualize a data da próxima recolha de um dos contentores já existentes na lista
- iv. Faça logout da aplicação e siga para a próxima tarefa



A P Ê N D I C E



**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PARA  
PARTICIPANTES VOLUNTÁRIOS**

# Questionário de usabilidade - Recycling App

Este questionário serve para avaliar a aplicação desenvolvida no âmbito da dissertação de mestrado em Engenharia Informática desenvolvida por Ricardo Santos, na FCT-NOVA.

Depois de realizadas as tarefas propostas no guião do teste é importante que responda às perguntas abaixo de modo a percebermos como foi a sua experiência de utilização com a aplicação.

É importante que seja o mais sincero possível durante o decorrer do questionário, de maneira a que consigamos retirar, com a melhor qualidade possível, resultados importantes para a aferição da qualidade/usabilidade da aplicação.

Todos os dados recolhidos são confidenciais e a anonimidade será mantida durante a análise dos dados e a publicação e apresentação dos resultados.

Obrigado pela sua participação

**\*Obrigatório**

1. 1. Idade \*

---

2. 2. Sexo \*

*Marcar apenas uma oval.*

Masculino

Feminino

3. 3. Escolaridade / Área de formação \*

---

## 4. 4. Experiência na utilização de aplicações móveis \*

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito inexperiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

## 5. 5. Experiência na utilização de mapas em aplicações móveis

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito inexperiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

## 6. 6. Com que frequência costuma fazer a reciclagem em sua casa? \*

Marcar apenas uma oval.

- Nunca faço
- A cada 2 semanas
- 1 vez por semana
- 3 a 4 vezes por semana
- Todos os dias
- Outra: \_\_\_\_\_

## 7. 7. Considero-me uma pessoa preocupada com a sustentabilidade do planeta \*

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

8. 8. Considero-me uma pessoa informada sobre os serviços de reciclagem existentes na minha área de residência \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

System  
Usability  
Scale (SUS)

O SUS é uma escala bastante utilizada na industria para medir a usabilidade de um sistema, que ajuda a avaliar a eficiência, a efetividade e a satisfação do utilizador. As perguntas devem ser respondidas sem perder muito tempo a pensar na "melhor" resposta, e em caso de dúvida opte pela opção 3.

9. 9. Penso que gostaria de usar esta aplicação frequentemente \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

10. 10. Achei a aplicação desnecessariamente complexa \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

11. 11. A aplicação foi fácil de utilizar \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

12. 12. Precisaria da ajuda de algum técnico para conseguir utilizar a aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

13. 13. As funcionalidades da aplicação estão bem integradas \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

14. 14. Existem demasiadas inconsistências na aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

15. 15. Penso que a maioria das pessoas iria rapidamente aprender a utilizar a aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

16. 16. A aplicação é difícil de utilizar \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

17. 17. Senti-me confiante a usar a aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

18. 18. Precisei de aprender muitos conceitos antes de conseguir utilizar a aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

## 19. 19. Classificação geral da facilidade de utilização da aplicação \*

Marcar apenas uma oval.

- Pior imaginável
- Terrível
- Fraca
- Razoável
- Boa
- Excelente
- Melhor imaginável

### Avaliação das funcionalidades da aplicação

As próximas questões são específicas às funcionalidades da aplicação. Sempre que se recorde de alguma crítica e/ou sugestão que possa contribuir para o melhoramento da aplicação anote-as e no fim terá a possibilidade de inseri-las numa questão específica para esse efeito. Esta informação é bastante importante e útil para a avaliação da aplicação

### Mapa

Perguntas sobre a funcionalidade do mapa da aplicação

## 20. 20. A filtragem dos ecopontos no mapa da rede de recolha é simples \*

Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

Discordo totalmente      Concordo totalmente

21. 21. Achei útil o facto dos pontos de recolha estarem divididos por cores: pontos oficiais(ex.: Amarsul) e pontos inseridos pela comunidade \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

22. 22. Achei interessante a possibilidade de registar os materiais que reciclo na vida real na aplicação, através dos depósitos \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

23. 23. A pré-visualização de alguns dados sobre o ecoponto antes de entrar na sua página de detalhes é útil \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

24. 24. Consegui perceber facilmente quais os feedbacks reportados a um ecoponto que aguardavam a resolução \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

25. 25. Achei interessante o facto de existir uma classificação/ranking por ecoponto, de acordo com os depósitos aí efetuados \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

26. 26. O formulário de inserção de um novo ecoponto é de fácil preenchimento \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

27. 27. A indicação da localização corrente do utilizador é útil para entender quais os ecopontos que tenho mais perto \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

28. 28. A sincronização das localizações mais recentes para efetuar um depósito é de fácil perceção \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

29. 29. Relativamente ao registo de depósitos: Onde são efetuados depósitos de material reciclado na aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Em qualquer ecoponto que esteja presente no mapa, independente da localização corrente(ou das localizações mais recentes)
- Apenas em ecopontos que se encontrem perto da localização corrente (ou das localizações mais recentes)
- Apenas em ecopontos registados por fontes oficiais
- Nenhuma das anteriores

30. 30. Relativamente à sincronização da localização: A sincronização da localização: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Serve para a aplicação obter as localizações por onde o utilizador passou
- Serve para entender se o utilizador passou perto de algum ecoponto de maneira a poder registar o depósito efetuado mais tarde
- É sempre necessário efetuar quando um utilizador quer fazer um depósito na aplicação
- Nenhuma das anteriores

31. 31. Relativamente à inserção de novos pontos de recolha: Após preencher o formulário de inserção de um ponto de recolha, o que significa o ponto de recolha ir para aprovação: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- O ponto de recolha será verificado apenas por administradores do sistema que irão conferir a veracidade do mesmo
- Toda a comunidade de utilizadores poderá dar a sua opinião (aceitar/rejeitar) a inserção
- Apenas os utilizadores que se encontrem próximos do ponto de recolha inserido e administradores poderão validar a o ponto de recolha
- Assim que o formulário é preenchido o ponto de recolha encontra-se imediatamente disponível no mapa para toda a comunidade
- Nenhuma das anteriores

## Notificações

Perguntas sobre a página de notificações da aplicação

32. 32. Entendi facilmente a divisão existente (em 3 áreas) na página de notificações \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

33. 33. A funcionalidade de aceitar/rejeitar um feedback e/ou ponto de recolha existente na área da minha localização deveria estar noutra local da aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

34. 34. Entendi facilmente quais os feedbacks e/ou pontos de recolha que estavam disponíveis na minha área para aprovação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

35. 35. Aceitar/Rejeitar um feedback/ponto de recolha é uma funcionalidade interessante que ajuda a assegurar a veracidade da informação presente na aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

36. 36. Relativamente à aprovação de feedbacks reportados na área: O que significa aceitar um feedback: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordar com o que outro utilizador da aplicação reportou, validando a informação (descrição, fotografia, tipo de anomalia) constante no report
- Adicionar outro feedback com a mesma informação
- Tornar-se responsável pela resolução do problema reportado
- Não entendi o que significa aceitar ou rejeitar um feedback

37. 37. Relativamente à aprovação de pontos de recolha na sua área: O que significa aceitar um ponto de recolha: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordar que existe um novo ponto de recolha na área, assim como validar as informações que nele constam, como localização, tipo de materiais recolhidos ou estado do mesmo
- Concordar que seja inserido futuramente naquele local um novo ponto de recolha
- Concordar que existe a necessidade de um novo ponto de recolha naquele local
- Nenhuma das anteriores

## Família

Perguntas sobre a funcionalidade da família na aplicação

38. 38. Achei o conceito de reunir a família na aplicação interessante \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

39. 39. Entendi facilmente como convidar novos membros a juntarem-se à minha família \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

40. 40. A competição entre as famílias ajuda a fomentar/aumentar ações de reciclagem pelas famílias \*

*Marcar apenas uma oval.*

1      2      3      4      5

---

Discordo totalmente      Concordo totalmente

---

41. 41. Visualizei facilmente a minha vizinhança no mapa \*

*Marcar apenas uma oval.*

1      2      3      4      5

---

Discordo totalmente      Concordo totalmente

---

42. 42. Partilhar o código da família em aplicações de chat (SMS, WhatsApp, etc.) com os restantes membros a adicionar foi fácil \*

*Marcar apenas uma oval.*

1      2      3      4      5

---

Discordo totalmente      Concordo totalmente

---

43. 43. Entendi facilmente a diferença entre ranking do mês corrente e ranking global, dentro da família e com as famílias na vizinhança \*

*Marcar apenas uma oval.*

1      2      3      4      5

---

Discordo totalmente      Concordo totalmente

---

44. 44. Relativamente ao ranking da família apresentado: O que significam os pontos associados a cada membro, no contexto de ranking mensal \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Os pontos que cada membro faz em média todos os meses (inclui pontos de depósitos, aceitar/rejeitar feedbacks e/ou pontos de recolha, inserir novos pontos de recolha, reportar anomalias nos ecopontos)
- Os pontos referentes a depósitos efetuados no mês corrente
- Os pontos totais acumulados no mês corrente
- Nenhuma das anteriores

45. 45. Relativamente ao contexto de vizinhança: O que significa pertencer a uma vizinhança: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Estar incluído num conjunto de famílias que competem entre si, para classificar qual a família que recicla mais
- Grupo de todas as famílias mais próximas da família do utilizador
- Nenhuma das anteriores

## Perfil

Perguntas relativas à página de perfil da aplicação

46. 46. Visualizei facilmente os meus dados pessoais na página de detalhes \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

47. 47. Percebi facilmente onde alterar a fotografia de perfil \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

48. 48. Achei interessante visualizar a lista de depósitos que já efetuei \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

49. 49. As estatísticas dos depósitos já efetuados são úteis para entender que tipo de material estou a reciclar com mais frequência \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

50. 50. Entendi facilmente onde visualizar os feedbacks que já dei a ecopontos da aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

51. 51. Entendi a funcionalidade de poder dar como resolvido um feedback que inseri anteriormente \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

52. 52. O menu de ajuda nas definições da aplicação ajudou-me a entender a funcionalidade de sincronização da localização em background \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

### Meus pontos

Perguntas relativas à página de gestão dos 'Meus Pontos' da aplicação

53. 53. Entendi facilmente o que são os meus pontos de recolha \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

54. 54. Filtrei com facilidade os meus pontos de recolha por tipo de material recolhido \*

\*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

55. 55. Achei interessante visualizar os pontos de recolha por região/distrito/cidade \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

56. 56. Visualizei facilmente os meus pontos de recolha no mapa \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

57. 57. Entendi com facilidade onde adicionar um novo contentor num dos meus pontos de recolha \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

58. 58. Alterei com facilidade o estado e privacidade do ponto de recolha \*

Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

---

Discordo totalmente                  Concordo totalmente

---

**Perguntas  
abertas**

Nesta secção poderá fornecer a sua opinião geral da aplicação, tais como problemas que possa ter encontrado ao longo a realização do teste, sugestão de melhoramentos para a aplicação, ou outras críticas e análises interessantes

59. 59. Dificuldades que experienciou ao utilizar a aplicação

---

---

---

---

---

60. 60. Sugestões para melhoria da aplicação

---

---

---

---

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários



A P Ê N D I C E



**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PARA  
PARTICIPANTES PERITOS**

# Questionário de usabilidade - Recycling App

Este questionário serve para avaliar a aplicação desenvolvida no âmbito da dissertação de mestrado em Engenharia Informática desenvolvida por Ricardo Santos, na FCT-NOVA.

Depois de realizadas as tarefas propostas no guião do teste é importante que responda às perguntas abaixo de modo a percebermos como foi a sua experiência de utilização com a aplicação.

É importante que seja o mais sincero possível durante o decorrer do questionário, de maneira a que consigamos retirar, com a melhor qualidade possível, resultados importantes para a aferição da qualidade/usabilidade da aplicação.

Todos os dados recolhidos são confidenciais e a anonimidade será mantida durante a análise dos dados e a publicação e apresentação dos resultados.

Obrigado pela sua participação

**\*Obrigatório**

1. 1. Idade \*

---

2. 2. Sexo \*

*Marcar apenas uma oval.*

Masculino

Feminino

3. 3. Escolaridade / Área de formação \*

---

## 4. 4. Experiência na utilização de aplicações móveis \*

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito inexperiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

## 5. 5. Experiência na utilização de mapas em aplicações móveis

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito inexperiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

## 6. 6. Com que frequência costuma fazer a reciclagem em sua casa? \*

Marcar apenas uma oval.

- Nunca faço
- A cada 2 semanas
- 1 vez por semana
- 3 a 4 vezes por semana
- Todos os dias
- Outra: \_\_\_\_\_

## 7. 7. Considero-me uma pessoa preocupada com a sustentabilidade do planeta \*

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

8. 8. Considero-me uma pessoa informada sobre os serviços de reciclagem existentes na minha área de residência \*

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

System  
Usability  
Scale (SUS)

O SUS é uma escala bastante utilizada na industria para medir a usabilidade de um sistema, que ajuda a avaliar a eficiência, a efetividade e a satisfação do utilizador. As perguntas devem ser respondidas sem perder muito tempo a pensar na "melhor" resposta, e em caso de dúvida opte pela opção 3.

9. 9. Penso que gostaria de usar esta aplicação frequentemente \*

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

10. 10. Achei a aplicação desnecessariamente complexa \*

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

11. 11. A aplicação foi fácil de utilizar \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

12. 12. Precisaria da ajuda de algum técnico para conseguir utilizar a aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

13. 13. As funcionalidades da aplicação estão bem integradas \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

14. 14. Existem demasiadas inconsistências na aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

15. 15. Penso que a maioria das pessoas iria rapidamente aprender a utilizar a aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

16. 16. A aplicação é difícil de utilizar \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

17. 17. Senti-me confiante a usar a aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

18. 18. Precisei de aprender muitos conceitos antes de conseguir utilizar a aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

## 19. 19. Classificação geral da facilidade de utilização da aplicação \*

Marcar apenas uma oval.

- Pior imaginável
- Terrível
- Fraca
- Razoável
- Boa
- Excelente
- Melhor imaginável

### Avaliação das funcionalidades da aplicação

As próximas questões são específicas às funcionalidades da aplicação. Sempre que se recorde de alguma crítica e/ou sugestão que possa contribuir para o melhoramento da aplicação anote-as e no fim terá a possibilidade de inseri-las numa questão específica para esse efeito. Esta informação é bastante importante e útil para a avaliação da aplicação

### Mapa

Perguntas sobre a funcionalidade do mapa da aplicação

## 20. 20. A filtragem dos ecopontos no mapa da rede de recolha é simples \*

Marcar apenas uma oval.

1      2      3      4      5

Discordo totalmente      Concordo totalmente

21. 21. Achei útil o facto dos pontos de recolha estarem divididos por cores: pontos oficiais(ex.: Amarsul) e pontos inseridos pela comunidade \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

22. 22. Achei interessante a possibilidade de registar os materiais que reciclo na vida real na aplicação, através dos depósitos \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

23. 23. A pré-visualização de alguns dados sobre o ecoponto antes de entrar na sua página de detalhes é útil \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

24. 24. Consegui perceber facilmente quais os feedbacks reportados a um ecoponto que aguardavam a resolução \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

25. 25. Achei interessante o facto de existir uma classificação/ranking por ecoponto, de acordo com os depósitos aí efetuados \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

26. 26. O formulário de inserção de um novo ecoponto é de fácil preenchimento \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

27. 27. A indicação da localização corrente do utilizador é útil para entender quais os ecopontos que tenho mais perto \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

28. 28. A sincronização das localizações mais recentes para efetuar um depósito é de fácil perceção \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

29. 29. Relativamente ao registo de depósitos: Onde são efetuados depósitos de material reciclado na aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Em qualquer ecoponto que esteja presente no mapa, independente da localização corrente(ou das localizações mais recentes)
- Apenas em ecopontos que se encontrem perto da localização corrente (ou das localizações mais recentes)
- Apenas em ecopontos registados por fontes oficiais
- Nenhuma das anteriores

30. 30. Relativamente à sincronização da localização: A sincronização da localização: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Serve para a aplicação obter as localizações por onde o utilizador passou
- Serve para entender se o utilizador passou perto de algum ecoponto de maneira a poder registar o depósito efetuado mais tarde
- É sempre necessário efetuar quando um utilizador quer fazer um depósito na aplicação
- Nenhuma das anteriores

31. 31. Relativamente à inserção de novos pontos de recolha: Após preencher o formulário de inserção de um ponto de recolha, o que significa o ponto de recolha ir para aprovação: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- O ponto de recolha será verificado apenas por administradores do sistema que irão conferir a veracidade do mesmo
- Toda a comunidade de utilizadores poderá dar a sua opinião (aceitar/rejeitar) a inserção
- Apenas os utilizadores que se encontrem próximos do ponto de recolha inserido e administradores poderão validar a o ponto de recolha
- Assim que o formulário é preenchido o ponto de recolha encontra-se imediatamente disponível no mapa para toda a comunidade
- Nenhuma das anteriores

## Notificações

Perguntas sobre a página de notificações da aplicação

32. 32. Entendi facilmente a divisão existente (em 3 áreas) na página de notificações \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

33. 33. A funcionalidade de aceitar/rejeitar um feedback e/ou ponto de recolha existente na área da minha localização deveria estar noutra local da aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

34. 34. Entendi facilmente quais os feedbacks e/ou pontos de recolha que estavam disponíveis na minha área para aprovação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

35. 35. Aceitar/Rejeitar um feedback/ponto de recolha é uma funcionalidade interessante que ajuda a assegurar a veracidade da informação presente na aplicação \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

36. 36. Relativamente à aprovação de feedbacks reportados na área: O que significa aceitar um feedback: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordar com o que outro utilizador da aplicação reportou, validando a informação(descrição, fotografia, tipo de anomalia) constante no report
- Adicionar outro feedback com a mesma informação
- Tornar-se responsável pela resolução do problema reportado
- Não entendi o que significa aceitar ou rejeitar um feedback

37. 37. Relativamente à aprovação de pontos de recolha na sua área: O que significa aceitar um ponto de recolha: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordar que existe um novo ponto de recolha na área, assim como validar as informações que nele constam, como localização, tipo de materiais recolhidos ou estado do mesmo
- Concordar que seja inserido futuramente naquele local um novo ponto de recolha
- Concordar que existe a necessidade de um novo ponto de recolha naquele local
- Nenhuma das anteriores

## Família

Perguntas sobre a funcionalidade da família na aplicação

38. 38. Achei o conceito de reunir a família na aplicação interessante \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

39. 39. Entendi facilmente como convidar novos membros a juntarem-se à minha família \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

40. 40. A competição entre as famílias ajuda a fomentar/aumentar ações de reciclagem pelas famílias \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

41. 41. Visualizei facilmente a minha vizinhança no mapa \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

42. 42. Partilhar o código da família em aplicações de chat (SMS, WhatsApp, etc.) com os restantes membros a adicionar foi fácil \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

43. 43. Entendi facilmente a diferença entre ranking do mês corrente e ranking global, dentro da família e com as famílias na vizinhança \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

44. 44. Relativamente ao ranking da família apresentado: O que significam os pontos associados a cada membro, no contexto de ranking mensal \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Os pontos que cada membro faz em média todos os meses (inclui pontos de depósitos, aceitar/rejeitar feedbacks e/ou pontos de recolha, inserir novos pontos de recolha, reportar anomalias nos ecopontos)
- Os pontos referentes a depósitos efetuados no mês corrente
- Os pontos totais acumulados no mês corrente
- Nenhuma das anteriores

45. 45. Relativamente ao contexto de vizinhança: O que significa pertencer a uma vizinhança: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Estar incluído num conjunto de famílias que competem entre si, para classificar qual a família que recicla mais
- Grupo de todas as famílias mais próximas da família do utilizador
- Nenhuma das anteriores

## Perfil

Perguntas relativas à página de perfil da aplicação

46. 46. Visualizei facilmente os dados da minha companhia no perfil \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

47. 47. Percebi facilmente onde alterar a a localização da minha companhia \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

48. 48. Visualizei facilmente os supervisores associados à minha companhia \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

49. 49. Entendi facilmente o que são/para que servem os supervisores na minha companhia \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

50. 50. Adicionei com facilidade um supervisor à minha companhia \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

## Meus pontos

Perguntas relativas à página de gestão dos 'Meus Pontos' da aplicação

51. 51. Entendi facilmente o que são os meus pontos de recolha \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

52. 52. Filtrei com facilidade os meus pontos de recolha por tipo de material recolhido \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

53. 53. Achei interessante visualizar os pontos de recolha por região/distrito/cidade \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

54. 54. Visualizei facilmente os meus pontos de recolha no mapa \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

55. 55. Entendi com facilidade onde adicionar um novo contentor num dos meus pontos de recolha \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

56. 56. Alterei com facilidade o estado e privacidade do ponto de recolha \*

*Marcar apenas uma oval.*

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

### Perguntas abertas

Nesta secção poderá fornecer a sua opinião geral da aplicação, tais como problemas que possa ter encontrado ao longo a realização do teste, sugestão de melhoramentos para a aplicação, ou outras críticas e análises interessantes

57. 59. Dificuldades que experienciou ao utilizar a aplicação

---

---

---

---

---

58. 60. Sugestões para melhoria da aplicação

---

---

---

---

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários





## RESULTADOS TESTE DE USABILIDADE - PARTICIPANTES VOLUNTÁRIOS

19. Classificação geral da facilidade de utilização da aplicação

18 respostas

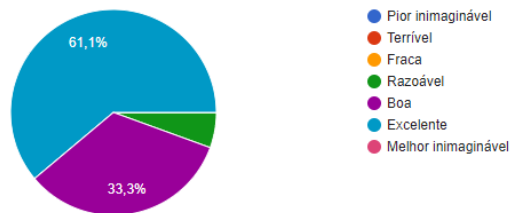


Figura I.1: Classificação Geral da facilidade de uso da aplicação para os participantes voluntários

20. A filtragem dos ecopontos no mapa da rede de recolha é simples

18 respostas

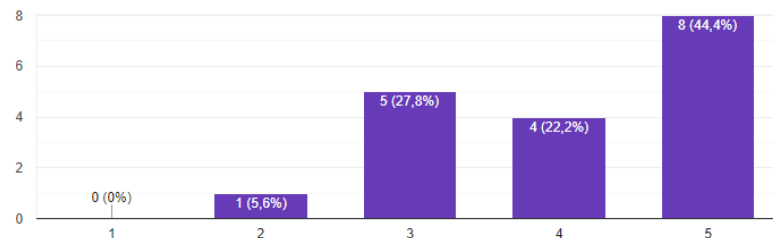


Figura I.2: Facilidade da filtragem de pontos de recolha na aplicação pelos participantes voluntários

## APÊNDICE I. RESULTADOS TESTE DE USABILIDADE - PARTICIPANTES VOLUNTÁRIOS

---

22. Achei interessante a possibilidade de registar os materiais que reciclo na vida real na aplicação, através dos depósitos

18 respostas

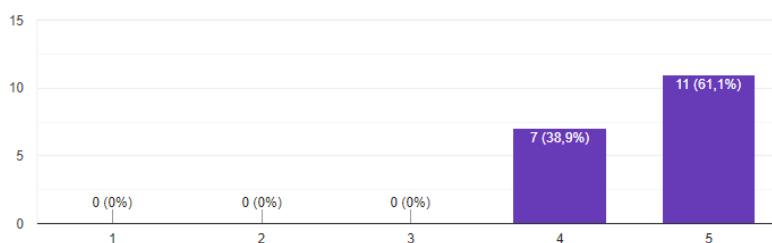


Figura I.3: Interesse dos participantes voluntários para o registo de materiais através dos depósitos

23. A pré-visualização de alguns dados sobre o ecoponto antes de entrar na sua página de detalhes é útil

18 respostas

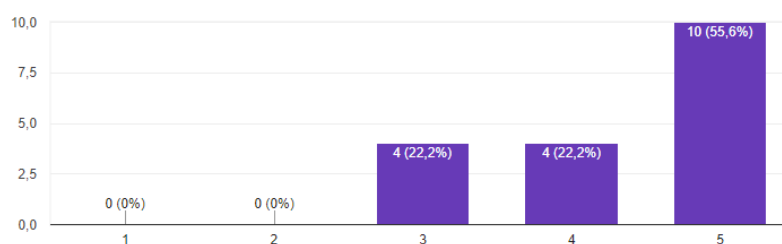


Figura I.4: Utilidade da pré-visualização de dados sobre um ponto de recolha

25. Achei interessante o facto de existir uma classificação/ranking por ecoponto, de acordo com os depósitos aí efetuados

18 respostas

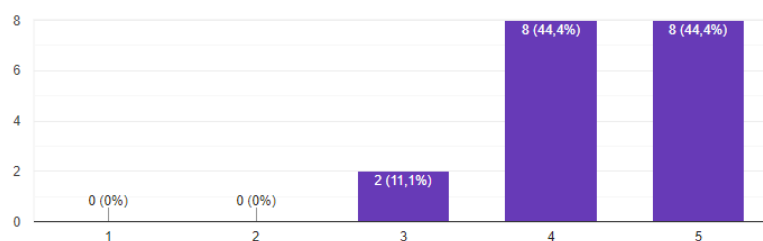


Figura I.5: Interesse dos participantes voluntários nas classificações/rankings em pontos de recolha

26. O formulário de inserção de um novo ecoponto é de fácil preenchimento

18 respostas

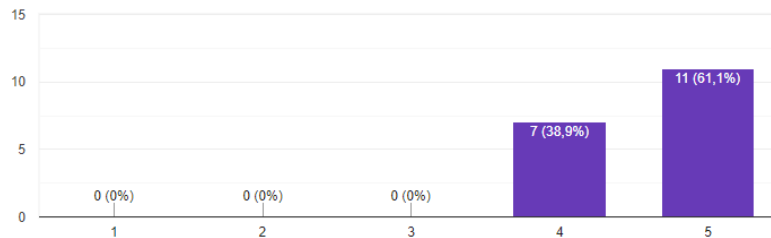


Figura I.6: Facilidade do preenchimento do formulário de inserção de um novo ponto de recolha

31. Relativamente à inserção de novos pontos de recolha: Após preencher o formulário de inserção de um ponto de recolha, o que significa o ponto de recolha ir para aprovação:

18 respostas

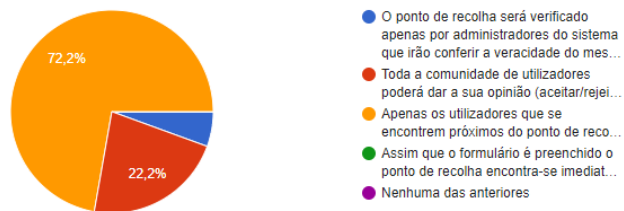


Figura I.7: Resultados para a pergunta sobre o significado dos pontos de recolha seguirem para aprovação após o preenchimento do formulário de inserção

27. A indicação da localização corrente do utilizador é útil para entender quais os ecopontos que tenho mais perto

18 respostas

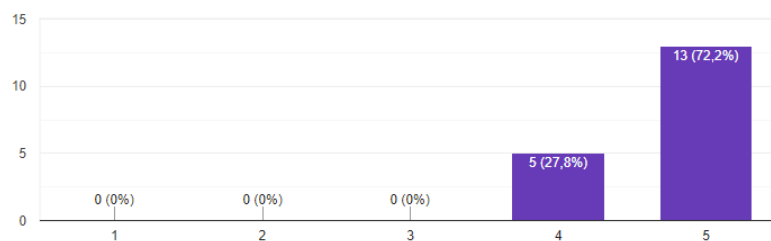


Figura I.8: Utilidade da obtenção da localização corrente do utilizador

## APÊNDICE I. RESULTADOS TESTE DE USABILIDADE - PARTICIPANTES VOLUNTÁRIOS

---

24. Consegui perceber facilmente quais os feedbacks reportados a um ecoponto que aguardavam a resolução

18 respostas

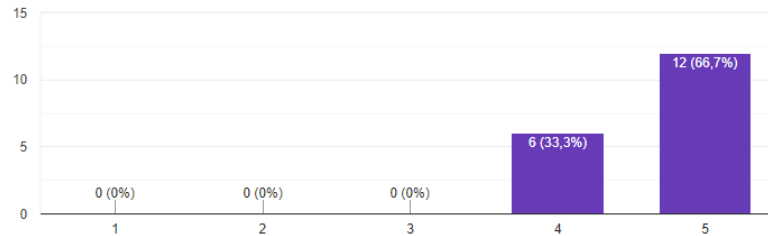


Figura I.9: Facilidade do utilizador de entender quais os feedbacks reportados ao ponto de recolha, para os participantes voluntários

32. Entendi facilmente a divisão existente (em 3 áreas) na página de notificações

18 respostas

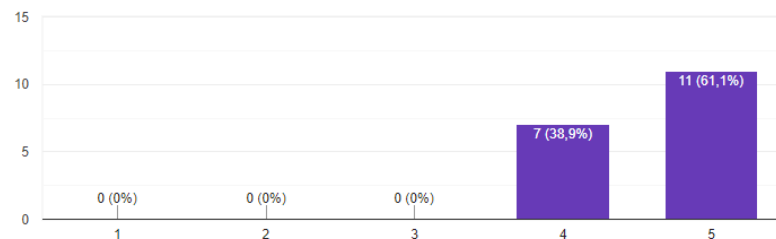


Figura I.10: Facilidade dos participantes voluntários para entenderem a existência de três áreas distintas na página de notificações

35. Aceitar/Rejeitar um feedback/ponto de recolha é uma funcionalidade interessante que ajuda a assegurar a veracidade da informação presente na aplicação

18 respostas

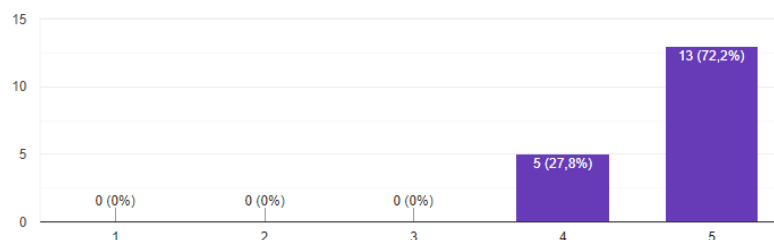


Figura I.11: Interesse da funcionalidade de aprovações dos pontos de recolha e feedbacks para os participantes voluntários

37. Relativamente à aprovação de pontos de recolha na sua área: O que significa aceitar um ponto de recolha:

18 respostas



Figura I.12: Resultados dos participantes voluntários para a questão do significado de aceitar um ponto de recolha

42. Partilhar o código da família em aplicações de chat (SMS, WhatsApp, etc.) com os restantes membros a adicionar foi fácil

18 respostas

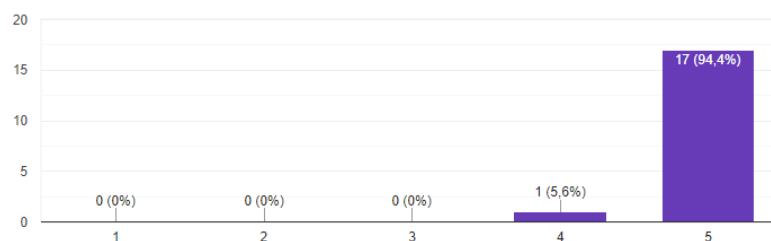


Figura I.13: Facilidade da partilha do código de família para os participantes voluntários

43. Entendi facilmente a diferença entre ranking do mês corrente e ranking global, dentro da família e com as famílias na vizinhança

18 respostas

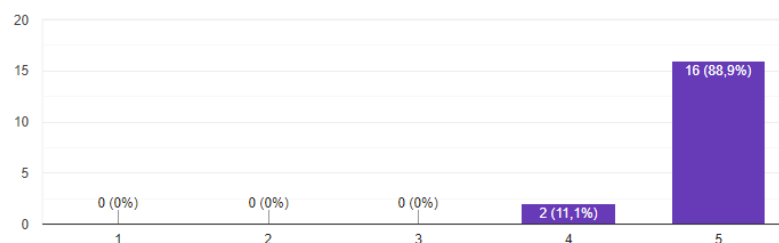


Figura I.14: Facilidade para os participantes voluntários a entenderem a diferença entre ranking mensal e global no contexto da sua vizinhança

## APÊNDICE I. RESULTADOS TESTE DE USABILIDADE - PARTICIPANTES VOLUNTÁRIOS

---

41. Visualizei facilmente a minha vizinhança no mapa

18 respostas

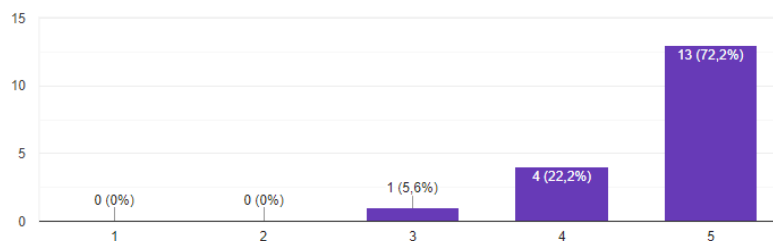


Figura I.15: Facilidade para os participantes voluntários da visualização da sua vizinhança no mapa

46. Visualizei facilmente os meus dados pessoais na página de detalhes

18 respostas

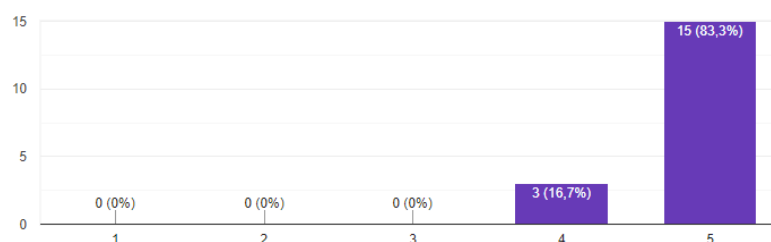


Figura I.16: Facilidade em visualizar os dados pessoais, para participantes voluntários

47. Percebi facilmente onde alterar a fotografia de perfil

18 respostas

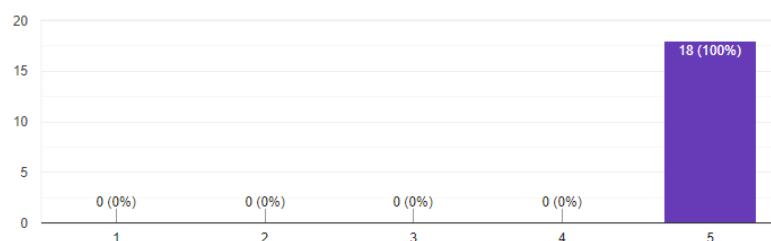


Figura I.17: Entendimento dos participantes voluntários sobre o local de alteração da fotografia do perfil

49. As estatísticas dos depósitos já efetuados são úteis para entender que tipo de material estou a reciclar com mais frequência

18 respostas

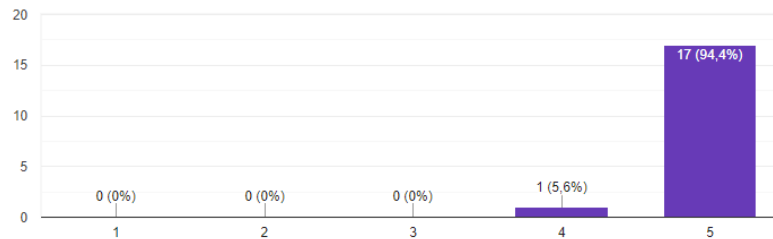


Figura I.18: Utilidade das estatísticas sobre os depósitos efetuados, para os participantes voluntários

50. Entendi facilmente onde visualizar os feedbacks que já dei a ecopontos da aplicação

18 respostas

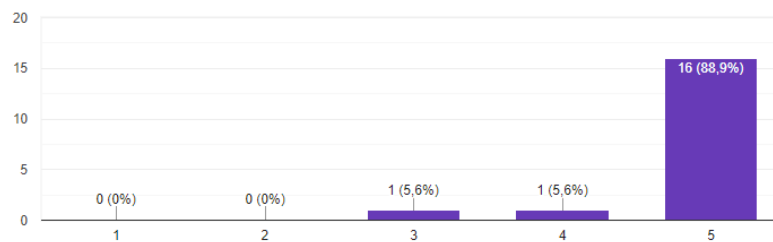


Figura I.19: Facilidade dos participantes voluntários sobre a visualização dos seus feedbacks reportados a pontos de recolha

48. Visualizei facilmente os supervisores associados à minha companhia

2 respostas

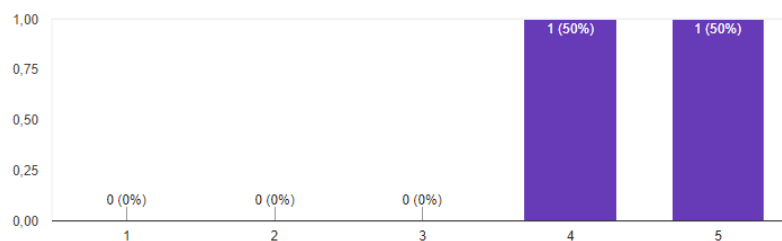


Figura I.20: Facilidade dos participantes peritos para consultarem os supervisores associados à sua companhia

## APÊNDICE I. RESULTADOS TESTE DE USABILIDADE - PARTICIPANTES VOLUNTÁRIOS

---

49. Entendi facilmente o que são/para que servem os supervisores na minha companhia

2 respostas

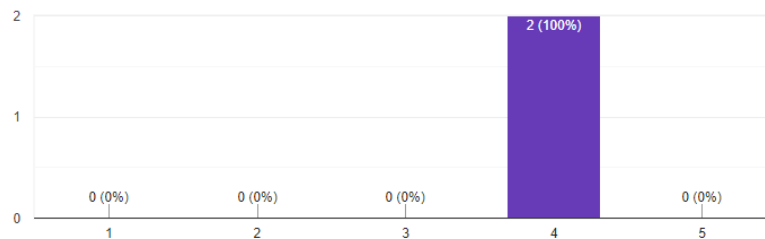


Figura I.21: Resultado para os participantes peritos sobre o significado dos supervisores da companhia

50. Adicionei com facilidade um supervisor à minha companhia

2 respostas

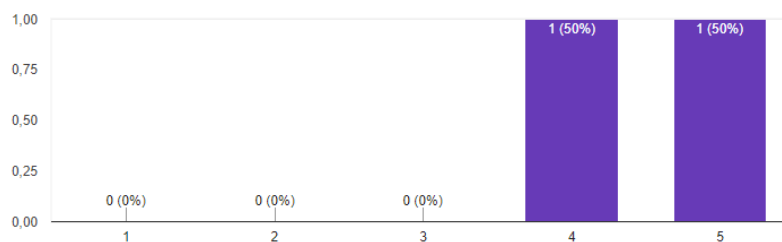


Figura I.22: Facilidade dos participantes peritos para associarem novos supervisores à companhia

54. Filtrei com facilidade os meus pontos de recolha por tipo de material recolhido

18 respostas

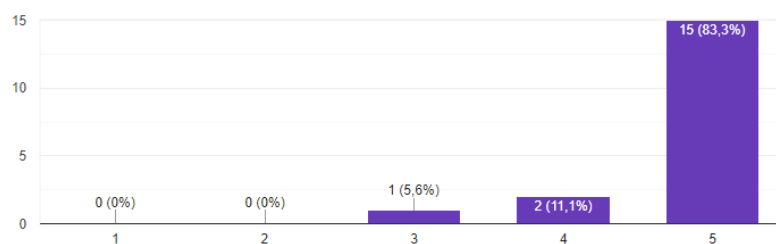


Figura I.23: Facilidade de filtragem dos pontos de recolha, para participantes voluntários

56. Visualizei facilmente os meus pontos de recolha no mapa

18 respostas

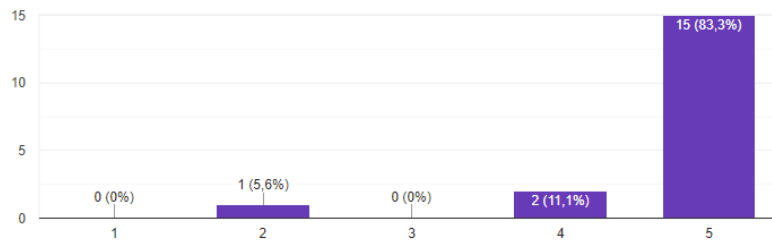


Figura I.24: Facilidade dos participantes voluntários em visualizar os pontos de recolha inseridos previamente por si

57. Entendi com facilidade onde adicionar um novo contentor num dos meus pontos de recolha

18 respostas

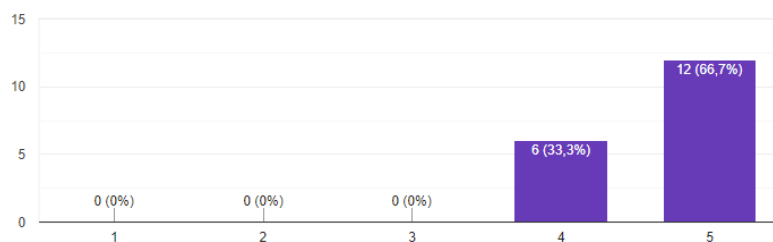


Figura I.25: Facilidade dos participantes voluntários em adicionarem novos contentores a um ponto de recolha já inserido por si na aplicação

58. Alterei com facilidade o estado e privacidade do ponto de recolha

18 respostas

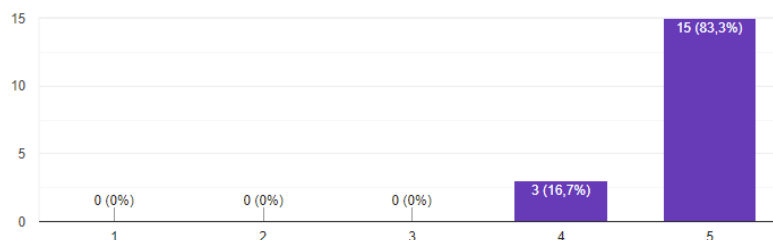


Figura I.26: Facilidade dos participantes voluntários em alterarem o estado e privacidade de um dos seus pontos de recolha