

# IPBeja

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE BEJA

Escola Superior de Tecnologia e Gestão  
Licenciatura em Engenharia Informática

## IPB Recicla

App móvel monitorização reciclagem comunidade IPBeja

*Fábio Miguel Torpes Gonçalves 17646*  
*Sebastião Braamcamp de Matos Fernandes Pereira 21932*

Beja, 27 de Junho de 2022



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA**

**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**

**Licenciatura em Engenharia Informática**

## **IPB Recicla**

**App móvel monitorização reciclagem comunidade IPBeja**

Fábio Miguel Torpes Gonçalves 17646

Sebastião Braamcamp de Matos Fernandes Pereira 21932

Orientado por :

Doutor Luís Bruno, IPBeja

Doutora Elsa Rodrigues, IPBeja

Relatório de Projecto Final, realizado na unidade curricular de Projecto Integrado,  
apresentado na  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Beja



# Resumo

## *IPB Recicla*

### *App móvel monitorização reciclagem comunidade IPBeja*

No mundo atual os impactos causados por humanos no ambiente são cada vez maiores e visíveis. Uma parte desse impacto é necessário para o funcionamento da nossa sociedade actual, mas muitos podem ser (pelo menos) reduzidos. Podem não ser soluções permanentes que salvam as pessoas e a economia, mas a redução do impacto no ambiente permite mais tempo para melhores soluções e ideias que resolvam ou pelo menos reduzam os impactos ambientais e alterações climáticas.

Das muitas ideias existentes reciclagem é das mais fáceis e sem grandes alterações na vida das pessoas, a app IPB Recicla permite recolher dados sobre a reciclagem efectuada pela comunidade do IPBeja auxiliada por reconhecimento por imagem ou por código de barras. Com esta recolha e processamento de dados é possível obter informação sobre a reciclagem efectuada pelos utilizadores e o seu impacto ambiental.

**Palavras-chave:** *meio ambiente, reciclagem, aplicação móvel, machine-learning, Keras, Tensorflow, Android, Firebase.*



# Abstract

## *IPB Recicla*

*App móvel monitorização reciclagem comunidade IPBeja*

*Nowadays the human caused impacts on the environment are increasingly greater and more noticeable, a part of that impact is essential and necessary for our society to exist as we know it, but others can be (at least) reduced, we might not have permanent solutions that can save everyone, everything and not have a big impact in the economy but just by reducing some impacts we increase the amount of time we have to find and perfect other solutions. Of the many ideas, recycling is one of the easiest and cheaper ones, the app IPB Recicla allows the collection of recycling data from the IPBeja community by object recognition, barcode scanning or manual input by the user.*

*With this data we can track the recycling done by a specific school or user and the quantified amount of pollution it has saved.*

**Keywords:** *environment, recycling, app, machine learning, Keras, Tensorflow, Android, Firebase.*





## *Agradecimentos*

Agradecemos ao Professor Doutor Luís Bruno e à Professora Doutora Elsa Rodrigues pelo apoio e atenção prestada neste projecto.



# Índice

<b>Resumo</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>v</b>
<b>Índice</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>xiii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 Análise de Sistemas Semelhantes</b>	<b>3</b>
2.1 Literatti - The Global Team Cleaning the Planet . . . . .	3
2.2 WasteApp . . . . .	4
2.3 Trashly - Recycling Made Easy . . . . .	5
<b>3 Análise e Especificação dos Processos de Impacto Ambiental do Sistema</b>	<b>7</b>
3.1 Análise Qualitativa dos Materiais Recicláveis . . . . .	7
3.1.1 Porquê Poupar Recursos? . . . . .	7
3.1.2 O Impacto Ambiental em Diferentes Cenários . . . . .	9
3.2 Análise Quantitativa dos Materiais Recicláveis (Cálculos de Impacto por Objecto) . . . . .	11
<b>4 Análise do Sistema Previamente Desenvolvido</b>	<b>13</b>
4.1 Registo de Conta no Sistema . . . . .	13
4.2 Verificação de endereço de Email . . . . .	14
4.3 Recuperação de Palavra-passe . . . . .	15
4.4 Remoção da funcionalidade de Criar Utilizador - Administrador . . . . .	15
4.5 Consultar Utilizadores - Administrador . . . . .	16
4.6 Reconhecimento Automático . . . . .	16

4.7	Reconhecimento por Código de Barras . . . . .	17
4.7.1	Introdução do Código de Barras Manualmente . . . . .	17
4.7.2	Adicionar Código de Barras ainda não existente . . . . .	18
<b>5</b>	<b>Análise de Utilizadores e Tarefas do Sistema</b>	<b>19</b>
5.1	Análise de Utilizadores . . . . .	19
5.2	Análise de Tarefas . . . . .	20
5.2.1	Casos de Uso . . . . .	20
<b>6</b>	<b>Especificação de Requisitos Funcionais e Não Funcionais</b>	<b>21</b>
6.1	Requisitos Não Funcionais . . . . .	21
<b>7</b>	<b>Esboço das Interfaces e Protótipo do Sistema</b>	<b>31</b>
7.1	Registo de conta, Início de Sessão e Recuperação de Palavra-passe . . . . .	31
7.2	Página Inicial - Membro IPBeja e Administrador . . . . .	32
7.3	Registar Reciclagem . . . . .	33
7.4	Impacto . . . . .	34
7.5	Saber Mais . . . . .	35
7.6	Interfaces de Administrador . . . . .	36
<b>8</b>	<b>Implementação</b>	<b>39</b>
8.1	Base de dados . . . . .	39
8.1.1	Colecção códigos de barras . . . . .	40
8.1.2	Colecção de reciclagens efectuadas . . . . .	41
8.1.3	Colecção de users. . . . .	41
8.2	Consultar Membros IPBeja (Administrador) . . . . .	41
8.2.1	Procurar membro pelo seu nome . . . . .	42
8.2.2	Informação mais detalhada sobre o membro . . . . .	42
8.3	Reconhecimento automático através de códigos de barras . . . . .	43
8.3.1	Código de barras não encontrado . . . . .	43
8.3.2	Código de barras inserido manualmente . . . . .	44
8.3.3	Código de barras não existe na base de dados . . . . .	45
8.4	Reconhecimento de objectos através de imagens . . . . .	46
8.4.1	Preparação do <i>dataset</i> . . . . .	47
8.4.2	Modelo de Rede Neural Convolutiva em Keras . . . . .	47
8.4.3	Modelo baseado em <i>Resnet50</i> . . . . .	47
8.4.4	Modelo baseado em InceptionV3 . . . . .	48
<b>9</b>	<b>Conclusão</b>	<b>49</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>51</b>

<b>Apêndices</b>	<b>53</b>
<b>I Código Python utilizado para treinar modelos de reconhecimento de objectos</b>	<b>55</b>



# Índice de Figuras

2.1	Sistema Semelhante (Literatti)	4
2.2	Sistema Semelhante (WasteApp)	5
2.3	Sistema Semelhante (Trashly)	6
4.1	Registo de conta	14
4.2	Verificação de email	14
4.3	Interface de recuperação de palavra-passe	15
4.4	Link para trocar a palavra-passe	15
4.5	Consultar Utilizadores	16
4.6	Introduzir código de barras manualmente	17
4.7	Adicionar código de barras	18
5.1	Diagrama de Casos de Uso	20
7.1	Interfaces de Registo no Sistema, Início de Sessão e Recuperação de Palavra-passe	32
7.2	Interfaces de Página Inicial (Membros IPBeja e Administrador)	33
7.3	Interfaces de Registar Reciclagem	34
7.4	Interfaces de Impacto	35
7.5	Interface de Saber Mais	36
7.6	Interfaces de Administrador (Consultar Estatísticas e Consultar Utilizadores)	37
8.1	Modelo conceptual	40
8.2	Colecção de códigos de barras	40
8.3	Colecção de reciclagens efectuadas	41
8.4	Colecção de <i>users</i> da aplicação	41
8.5	Consultar membros IPBeja.	42
8.6	Procurar por nome.	42
8.7	Informação mais detalhada acerca de determinado membro.	43
8.8	Interface de reconhecimento de código de barras não reconhecido.	44
8.9	Interface de inserção de código de barras manualmente.	45
8.10	Código de barras não existe.	45
8.11	Adicionar código de barras.	46

8.12 Treino do modelo convolutivo . . . . .	47
8.13 Treino do modelo baseado em <i>ResNet50</i> . . . . .	48
8.14 Treino do modelo baseado em <i>InceptionV3</i> . . . . .	48



# Índice de Tabelas

3.1	Matriz de valores de impacto ambiental.) . . . . .	12
6.1	Caso de Uso - Login . . . . .	23
6.2	Caso de Uso - Consultar Impactos . . . . .	24
6.3	Caso de Uso - Registrar Reciclagem . . . . .	25
6.4	Caso de Uso - Consultar Saber Mais . . . . .	26
6.5	Caso de Uso - Consultar Sobre . . . . .	27
6.6	Caso de Uso - Registrar no sistema . . . . .	28
6.7	Caso de Uso - Consultar estatísticas . . . . .	29
6.8	Caso de Uso - Consultar utilizadores . . . . .	30



# Capítulo 1

## Introdução

Este projecto tem como tema a continuação de um outro projecto realizado no ano lectivo passado, pelos colegas Abiézer Cumaio (17338), Jaciara Ferreira (18582) e Leonil Sulude (18584) que visava a criação de uma app para a monitorização da reciclagem pela comunidade do Instituto Politécnico de Beja.

A aplicação móvel destina-se a auxiliar e educar a comunidade do IPBeja na reciclagem de diferentes objectos como Garrafas de Plástico, Vidro, Cartão e Metal e simultaneamente informa os utilizadores e os administradores sobre o impacto das reciclagens monitorizadas pela aplicação.

No trabalho por nós desenvolvido utilizámos a pesquisa bibliográfica efectuada pelos referidos colegas e redesenhámos as interfaces, corrigimos *bugs* e *features* não funcionais e implementámos reconhecimento de objectos usando *Image Classifier* e com o ML-Kit reconhecimento de códigos de barras.

O presente relatório contém 8 capítulos com sub-capítulos com imagens e tabelas para descrever e ilustrar o trabalho desenvolvido ao longo do semestre.



## Capítulo 2

# Análise de Sistemas Semelhantes

Neste capítulo é abordada a devida análise de diferentes sistemas que se baseiam nos mesmos fundamentos da aplicação que iremos desenvolver, isto é, para conseguir analisar os pontos fortes e fracos da aplicação e ideias que nos possam inspirar de modo a implementar neste projecto. Porém, também serão melhorados alguns dos pontos mais fracos dessas mesmas aplicações para que assim se possam obter melhores resultados no que toca à interacção da aplicação com o próprio utilizador.

### 2.1 Literatti - The Global Team Cleaning the Planet

Literatti é uma das aplicações que, em termos de semelhança no que toca aos requisitos a implementar neste projeto, provavelmente é a mais adequada em termos de implementação. Os principais objectivos da aplicação são:

- **Fotografar objecto:** Permite ao utilizador fotografar o objecto que pretende reciclar e que, após o mesmo ser fotografado o sistema tenta-o automaticamente classificar. Caso não seja possível reconhecer as características do objecto fotografado, a aplicação pede então para o utilizador introduzir os dados manualmente.
- **Consultar Estatísticas de Impacto:** O utilizador consegue aceder a uma interface que lhe permite visualizar o impacto mundial de todo o lixo colectado, e assim pode visualizar, em termos estatísticos, com filtros de análise temporal, a reciclagem em diferentes alturas do ano e visualizar em que meses houve subidas ou descidas na quantidade reciclada pelos utilizadores. O utilizador tem também acesso às estatísticas do seu próprio impacto.

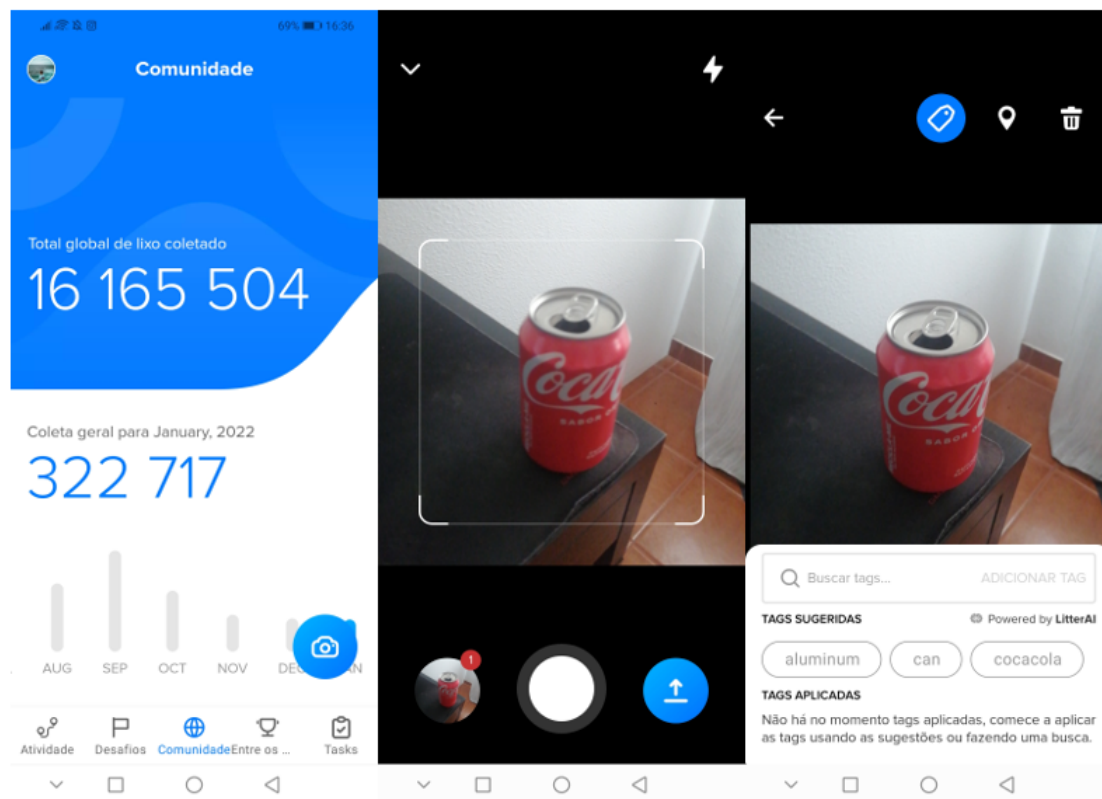


Figura 2.1: Sistema Semelhante (Literatti)

## 2.2 WasteApp

- **Informações Acerca da Reciclagem:** O ponto forte desta aplicação é o que se assemelha mais à aplicação desenvolvida é o facto de ser informativa ao utilizador no que toca ao que permite o utilizador adquirir mais conhecimentos no que toca ao meio ambiente e o impacto ambiental que a reciclagem afeta. A aplicação tem bastantes detalhes no que toca a objetos específicos em que o utilizador tenciona deitar fora, mas principalmente na opção dos ecopontos que permite informar ao utilizador de como utilizar devidamente os mesmos.



Figura 2.2: Sistema Semelhante (WasteApp)

## 2.3 Trashly - Recycling Made Easy

Trashly é uma aplicação que utiliza Machine Learning para reconhecer o objeto que está a ser fotografado para reciclagem e através do reconhecimento indicar ao utilizador em que ecoponto o objeto deve ser colocado, em semelhança ao projeto que foi feito, em termos de reconhecimento automático de um determinado objeto a reciclar.

- **Fotografar e Reconhecer Objeto:** A aplicação permite ao utilizar fotografar o objeto que este deseja reciclar e de seguida o sistema tenta de forma automática reconhecer o tipo de objeto e as suas características, se o reconhecimento automático não estiver correto o sistema permite o utilizador editá-las e corrigi-las de forma manual. Após o objeto fotografado e corretamente identificado, o utilizador é automaticamente redirecionada para a próxima interface que permite ao utilizador visualizar informações acerca do objeto a reciclar e em que ecoponto o mesmo deve ser reciclado.
- **Consultar Impacto:** A aplicação permite também o utilizador visualizar dados quantitativos acerca de todas as suas reciclagens e o impacto ambiental que cada

## 2. ANÁLISE DE SISTEMAS SEMELHANTES

uma delas tem para o meio ambiente.

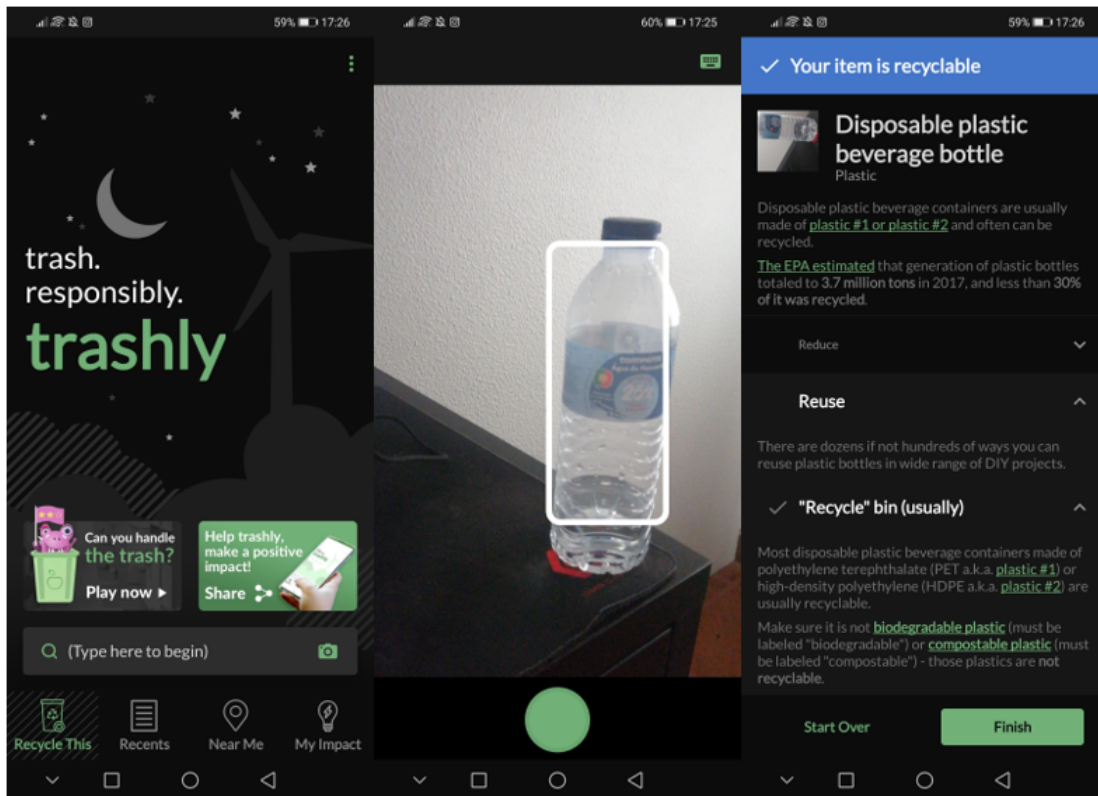


Figura 2.3: Sistema Semelhante (Trashly)



## Capítulo 3

# Análise e Especificação dos Processos de Impacto Ambiental do Sistema

Esta parte do relatório está baseada complementemente no trabalho feito pelos colegas do ano passado. Contudo rescrevemos a pesquisa deles por algumas das nossas palavras.

Neste capítulo são descritas as partes qualitativas, apresentando ao utilizador o impacto ambiental dos diferentes tipos de material a reciclar e também a informação quantitativa sobre os valores do impacto ambiental de cada tipo de material que o utilizador irá reciclar. Hábitos de reciclagem geram hábitos sociais de poupança através da consciencialização de que os recursos naturais são limitados e da necessidade da protecção ambiental.

### 3.1 Análise Qualitativa dos Materiais Recicláveis

#### 3.1.1 Porquê Poupar Recursos?

**Plástico:** É um material versátil, leve e económico, sendo uma das matérias-primas mais utilizadas no mundo. É resistente à degradação (pode levar mais do que 400 anos) e a sua combustão gera dioxinas, ftalatos e outras substâncias tóxicas que, segundo diversos estudos, não só prejudicam a saúde da maior parte das espécies, como, entre os humanos, causam o aumento de disfunções sexuais e da probabilidade de cancro. Poluem o solo e intoxicam os oceanos infiltrando-se na cadeia alimentar [Ver12], [Nat19], [Del19].

**Curiosidade:** Em Portugal os números dão que pensar. Anualmente, Portugal consome:

- 721 milhões de garrafas de plástico;
- 259 milhões de copos de café descartáveis.[Ver12]; [Nat19]

**Papel:** As maiores vantagens da reciclagem de papel são a diminuição de detritos sólidos e a poupança dos recursos naturais utilizados para a sua produção. Sendo 25% da

### 3. ANÁLISE E ESPECIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE IMPACTO AMBIENTAL DO SISTEMA

---

composição física dos Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal produtos de papel e cartão, a reciclagem permite libertar espaços nos aterros para outros materiais e produtos não recicláveis. Também a nível energético este processo é benéfico, dado o menor consumo de água e energia (240 kW/h por tonelada de fibra secundária contra 1000 kW/h por tonelada de fibra virgem).

**Metal:** A grande vantagem da reciclagem dos metais está relacionada com o facto de eliminar despesas associadas à fase de transformação do minério em metal, em que existe um elevado consumo de energia, bem como necessidade de transporte de grandes quantidades de matéria-prima e o respectivo acondicionamento em instalações dispendiosas.

Esta situação deve-se ao facto das latas, quer de ferro ou de alumínio, serem 100% recicláveis e podem assim ser recicladas vezes sem conta.

De tal forma este é um processo vantajoso, que se conseguem reduções muito significativas de consumos e impactos ambientais na produção de novos materiais a partir de metais reciclados.

#### **Curiosidade:**

A reciclagem de 1 tonelada de alumínio permite em relação à produção de alumínio através de minério:

- Reduzir o consumo energético em 95%;
- Reduzir a poluição atmosférica em 95% e a poluição dos recursos hídricos em 97%;
- Facilitar a recolha e o transporte, uma vez que as latas são facilmente identificáveis, leves e compactáveis;
- Uma eficiência total da reciclagem, visto que uma lata é 100% reciclável.

**Vidro:** O vidro é infinitamente reciclável, ao reciclar poupamos matérias-primas, reduzimos o consumo de energia, as emissões de CO<sub>2</sub> e a decomposição em aterro de embalagens. Para produzir 1 tonelada de vidro é suficiente 1 tonelada de fragmentos de vidro (em alternativa a 1,2 toneladas de matérias-primas originais).

- Economia de energia – Quer directamente na fusão (por cada 10% de casco de vidro incorporado, reduz-se 2,5% de energia, em termos unitários) quer, indirectamente, nas matérias-primas substituídas.
- Protecção do meio ambiente – Resulta numa menor poluição global porque evita a deposição em aterro das embalagens usadas (apesar do vidro ser inerte), reduz os efeitos das emissões gasosas por baixar as do processo de fusão do vidro [Rec09].

### 3.1.2 O Impacto Ambiental em Diferentes Cenários

#### 1. O Vidro

- **Reciclagem:**

- Este é um dos materiais mais recicláveis.
- Possui um tempo indeterminado de decomposição.
- No processo de reutilização, o uso de gás natural contribui para uma menor poluição atmosférica, consequentemente um menor impacto no ambiente [Wik11];

- **Mar:** Neste cenário, o vidro faz parte do 30% do material que é atirado ao mar, juntamente com papel, metal e outros, como materiais têxteis [L M11];

- **Soterrado:** Permanece por dezenas de anos sem se decompor, isto pelo facto deste material não ser digerido por microrganismos, e nem reagir a substâncias no solo [Jok18].

#### 2. O Plástico

- **Reciclagem:**

- Nas últimas seis décadas, cerca de 8,3 biliões de toneladas de plástico foram produzidas;
- Face a este número, só 9% foi reciclado;
- 79% está a acumular-se em aterros e pelo ambiente. [Wik11];
- Projecta-se que até 2050 existirão 12 biliões de toneladas de plástico em aterros [Par17].

- **Mar:**

- Cerca de 8 milhões de toneladas vão parar ao mar anualmente.
- Este material constitui cerca de 70% do lixo encontrado nos oceanos, contribuindo em larga escala para a degradação dos ecossistemas marinhos, criando desequilíbrio ecológico, contaminação de peixes e outros animais marinhos que serão consumidos por pessoas, mortes de pássaros que se alimentam de peixes contaminados, águas das praias tornam-se impróprias para o banho [Jok18].
- A WWF (World Wide Fund) revela que 80% das tartarugas-marinhas-comuns, cujos juvenis se alimentam nos Açores, comem lixo, na sua maioria plástico [Mel18]. Além do impacto na vida marinha, os especialistas explicam que a poluição tem consequências preocupantes para o turismo e a pesca, com o sector a perder mais de 61 milhões de euros todos os anos [Mel18].

- **Soterrado:** Resistem anos debaixo da terra dependendo do tipo de plástico. Mantém as suas características e não apresentam uma degradação significativa. A sua permanência por tempo indeterminado, pode contribuir para a poluição dos solos tornando-os inférteis para a agricultura;
- **Queimado:**
  - Composto basicamente por petróleo, quando queimado liberta gases tóxicos na atmosfera;
  - Ameaça a vegetação, saúde humana e animal;
  - 79% está a acumular-se em aterros e espalhado pelo ambiente. [Wik11];
  - Aumenta o risco de doenças cardíacas e agrava doenças respiratórias;
  - Liberta carbono que contribui para mudanças climáticas [ONU19].

### 3. O Papel

- **Reciclagem:** contribui para a diminuição de detritos sólidos e para a economia de recursos naturais, sendo 25% da composição física dos Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal produtos de papel e cartão, a reciclagem permite libertar espaço nos aterros para outros materiais e produtos não recicláveis.  
Tem também um carácter social, pois implica a criação de emprego, principalmente nas unidades de reciclagem de papel. Estima-se que, ao reciclar papel, sejam criados mais empregos do que na produção do papel de celulose virgem, uma vez que na reciclagem existem os processos de colecção, triagem e classificação dos materiais [Cru13];
- **Mar:** Neste cenário, o papel faz grande parte do material que é atirado ao mar, junto do vidro, metal e outros como materiais têxteis [L M11]. Este por ser um material relativamente mais fraco, ao ser exposto a água do mar, ainda que por pouco tempo, dissolve-se em micro-partículas estando ao alcance dos animais marinhos que facilmente podem confundir como algo para a sua alimentação;
- **Soterrado:** Dado o tempo que o papel pode levar a decompor-se, pode prejudicar a alimentação dos seres que habitam no subsolo, que deixará de cumprir com eficiência funções como a purificação da água, a fixação do carbono, entre outros;
- **Queimado:** Composto essencialmente por fibras de celulose, quando queimado liberta gases tóxicos, que prejudicam a atmosfera e a população com o possível risco de doenças respiratórias.

#### 4. O Metal

- **Reciclagem:** Poupanças energéticas, redução da quantidade de metais em aterros e lixeiras, diminuição dos impactos negativos da extracção e refinação de minérios; criação de novos negócios e mercados para os produtos reciclados;
- **Mar:** Devido à sua natureza, ao ser exposto à água do mar, origina ferrugem, o que, com o tempo e a movimentação da água, pode causar a sua contaminação. Não só os animais marinhos são afectados. A saúde humana é condicionada, principalmente para as pessoas que se banham nestas águas.
- **Soterrado:** Devido à baixa solubilidade dos seus compostos e à resistência à degradação por microrganismos, o seu tempo de vida é prolongado, contribuindo efectivamente para a contaminação e degradação dos solos.

#### 5. As Pilhas

As pilhas são dispositivos capazes de guardar electricidade por meio de uma reacção química. Algumas delas são compostas por metais pesados como: chumbo, mercúrio, níquel e cádmio. Possuem um tempo de decomposição de aproximadamente 500 mil anos se não for encaminhada para a reciclagem. A sua indevida reciclagem pode causar aos seres humanos algumas doenças graves, dentre elas, doenças renais, cancro e ainda problemas relacionados com o sistema nervoso central.

Segundo a Eurostat, estima-se que em Portugal a recolha e o envio para a reciclagem de pilhas e baterias portáteis de uso doméstico tenha ficado em 31% em 2018, sendo que a meta era 45% do total colocado no mercado, longe do objetivo da União Europeia de reciclar 75% de pilhas de níquel e cádmio [Coe20].

Uma pilha pode contaminar cerca de 175.000L de água. Quantidade superior ao que uma pessoa bebe em toda vida.

Em 2017, foram recolhidas em Portugal 1,4 toneladas de pilhas e baterias usadas, o que representa 300g por cada português.

As emissões de gases com Efeito de Estufa de uma bateria de ião de lítio podem ser reduzidas até cerca de 50% durante o seu tempo de vida, caso sejam utilizados materiais reciclados (como o alumínio e o cobre) ao invés de matérias-primas virgens.

### 3.2 Análise Quantitativa dos Materiais Recicláveis (Cálculos de Impacto por Objecto)

Os valores patentes na tabela (3.1) foram estimados de acordo com as formulas apresentadas no Apêndice II (Fórmulas de preenchimento da tabela de impacto ambiental qualitativo)

### 3. ANÁLISE E ESPECIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE IMPACTO AMBIENTAL DO SISTEMA

do trabalho realizado pelos colegas do ano lectivo anterior. Assim a tabela (3.1) é referente ao impacto da reciclagem de acordo com a quantidade de cada material, isto é, são demonstrados resultados dos cálculos da poupança dos recursos naturais que o utilizador faz ao reciclar cada objecto.

Material	Quantidade (kg)	Árvores Salvas (un)	CO2 absorvido (kg)	O2 libertado (pessoas)	Água poupada (l)	Petróleo poupado (l)	Energia Poupada (kWh)
Papel	907,18	17	357,00	51	26500,00	2500,00	a)
Vidro	907,18	a)	607,81	a)	a)	18,90	42,00
Metal (Alumínio)	907,18	a)	8164,62	a)	a)	6286,10	14000,00
Plástico (PET)	907,18	a)	1542,21	a)	a)	2589,30	5774,00

Tabela 3.1: Matriz de valores de impacto ambiental.)

## Capítulo 4

# Análise do Sistema Previamente Desenvolvido

Neste capítulo são abordadas alterações positivas que fizemos neste projeto em relação ao sistema que foi previamente desenvolvido, a sua análise e o porquê dessas mesmas alterações.

### 4.1 Registo de Conta no Sistema

No sistema previamente desenvolvido a possibilidade de criação de uma conta de um membro do IPBeja estava dependente do lado do administrador em que seria ele que iria criar a conta de cada membro ou então aprovar conta previamente criadas. Portanto decidimos implementar um sistema automatizado em que permite aos membros criar uma conta para utilizar o sistema sem depender de alguém ter de aprovar manualmente, mas implementámos esse sistema de modo também a não haver abusos/contas falsas para aceder ao sistema, como é descrito na próxima secção que descreve o sistema de email de verificação de conta.


  
  
  
  
  

Figura 4.1: Registo de conta

## 4.2 Verificação de endereço de Email

Após um membro IPBeja registar-se no sistema terá de confirmar o seu email associado à conta criada para que esta se torne válida para entrar na aplicação, para isso basta aceder ao email com o qual se registou e verificar que recebeu um email de verificação do "IPB Recicla" em que basta abrir o link enviado e a conta será automaticamente activada e poderá então aceder ao sistema.

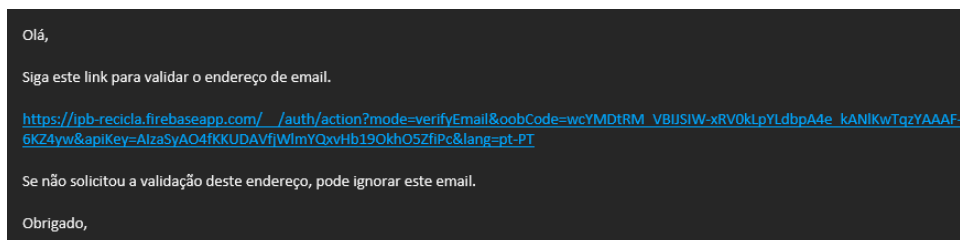


Figura 4.2: Verificação de email



### 4.3 Recuperação de Palavra-passe

Caso um utilizador perca acesso à sua conta e não consiga aceder à mesma através da sua palavra-passe, poderá então aceder à interface "Esqueceu-se da sua palavra-passe", em que esta irá permitir que o utilizador introduza o seu email e será enviado um link em que ao ser aberto irá ser pedido ao utilizador para que este introduza uma nova palavra-passe associada a esse email, em que após isso o utilizador poderá entrar outra vez no sistema com as suas novas credenciais.

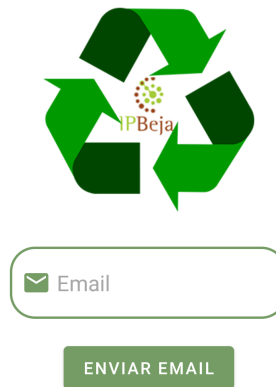


Figura 4.3: Interface de recuperação de palavra-passe

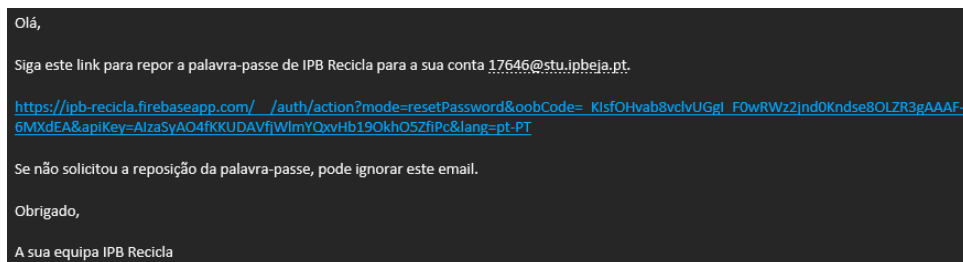


Figura 4.4: Link para trocar a palavra-passe

### 4.4 Remoção da funcionalidade de Criar Utilizador - Administrador

Decidimos remover uma funcionalidade previamente existente no sistema cujo esta permitia ao utilizador inserir novos utilizadores no sistema através dessa funcionalidade, decidimos removê-la visto que não se encaixava no contexto atual da aplicação, visto que foi implementada a funcionalidade de os utilizadores conseguirem criar uma conta automaticamente com as devidas restrições, portanto esta funcionalidade não seria utilizada.

### 4.5 Consultar Utilizadores - Administrador

Foi implementada uma funcionalidade que permite ao administrador do sistema consultar todos os utilizadores que fazem uso da aplicação em que o administrador ao aceder a essa opção permite ver o nome, email e escola associados aos diferentes tipos de utilizadores em que ao clicar em cima de um deles poderá ver informação mais detalhada sobre o mesmo, em que permite ver adicionalmente a quantidade de reciclagens feitas por esse utilizador e também mais especificamente que tipos de reciclagens esse mesmo utilizador fez.

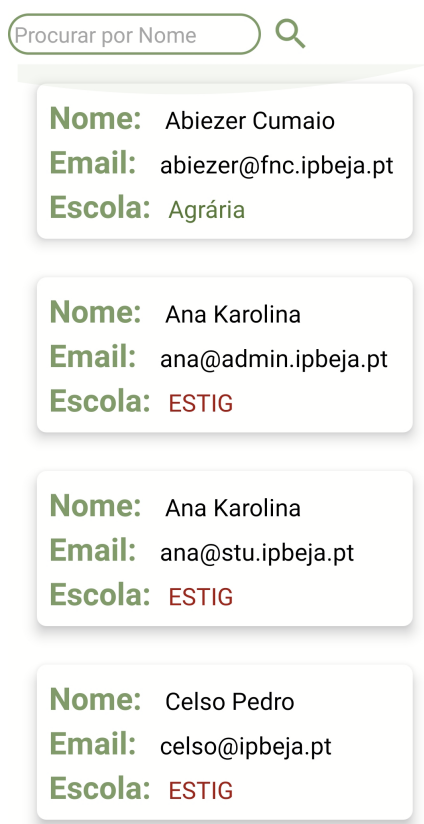


Figura 4.5: Consultar Utilizadores

#### Registo da Reciclagem

Na interface de registar reciclagem foi onde foram feitas bastantes alterações em termos de implementação de código e alterações de modo a facilitar o uso desta funcionalidade para o utilizador.

### 4.6 Reconhecimento Automático

No que toca à implementação do reconhecimento automático, foi melhorado o que existia previamente para um modelo que tem uma maior eficácia de reconhecimento em que per-

mite reconhecer garrafas de plástico, latas de metal, pedaços de papel e garrafas de vidro de uma forma bastante eficaz com uma margem de erro bastante reduzida em comparação com o sistema previamente implementado. Após o seu reconhecimento o utilizador irá se deparar com as características reconhecidas pelo sistema já escritas na próxima interface em que esta permite ao utilizador corrigir essas características se alguma estiver em erro.

## 4.7 Reconhecimento por Código de Barras

Adicionalmente foi adicionado o método de reconhecimento por objecto através do seu código de barras, cujo estes códigos de barras foram maioritariamente adicionados à base de dados utilizada no sistema, em que foi tido em conta objectos recicláveis que se vendem nas escola pertencentes ao Instituto Politécnico de Beja, em que permite ao utilizador fotografar o código de barras no objecto que este deseja reciclar, em que nas secções abaixo poderá ser visto o que o sistema fará em caso de erro.

### 4.7.1 Introdução do Código de Barras Manualmente

Em caso de o reconhecimento de código de barras através de uma fotografia não funcione o utilizador irá se deparar com uma janela com duas opções, cujo estas são, tentar novamente ou inserir código de barras manualmente, em que se o utilizador optar por escolher inserir o código de barras manualmente irá aparecer uma interface em que este terá de digitar o código de barras do objecto.

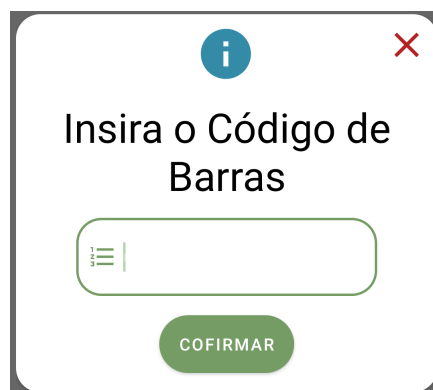
A screenshot of a mobile application interface for manual barcode entry. The interface is enclosed in a rounded rectangle with a dark border. At the top left is a blue circular icon with a white lowercase 'i'. At the top right is a red 'X' icon. The main text, 'Insira o Código de Barras', is centered in a bold, black font. Below the text is a white input field with a green border and a green barcode icon on the left. At the bottom center is a green rounded button with the white text 'COFIRMAR'.

Figura 4.6: Introduzir código de barras manualmente

### 4.7.2 Adicionar Código de Barras ainda não existente

Se o utilizador ao introduzir o código de barras e este não for encontrada na base de dados do sistema, o utilizador terá a opção de adicionar esse código de barras, em que ao seleccionar a opção que lhe é apresentada, este irá se deparar com uma nova interface em que será introduzido no campo de código de barras o código que o utilizador inseriu previamente e que não foi encontrado para que lhe seja poupado tempo de estar a escrever o código de barras novamente, visto que alguns podem ser um pouco extensos, em que após isso o utilizador será apenas pedido que insira o nome do objecto associado a esse código de barras, como também o tipo de material do mesmo e a sua capacidade, em que após isso basta clicar no botão de confirmação e o código de barras será então adicionado à base de dados. Isto permite que assim o sistema consiga operar de forma o mais automaticamente possível em que opta com a ajuda dos utilizadores para isso acontecer.

**i**  
Adicione o código de barras e as  
características desse mesmo objeto.

**Código de Barras**  
Código de Barras

**Tipo de Material**  
Selecione o tipo de  
Reciclagem

**Objeto a Reciclar**  
Nome do Objeto

**Capacidade**  
Selecione uma  
capacidade

☒ Litros  
☐ Gramas

**CONFIRMAR**

Figura 4.7: Adicionar código de barras

## Capítulo 5

# Análise de Utilizadores e Tarefas do Sistema

Neste capítulo serão abordados todos os pontos que foram levados em consideração em um dos momentos iniciais para a realização deste projeto, cujo um deles foi identificar os possíveis utilizadores para o sistema em questão a ser desenvolvido.

### 5.1 Análise de Utilizadores

Após uma breve análise sobre o funcionamento do sistema a ser desenvolvido foram identificados que os utilizadores a utilizar o sistema serão membros pertencentes ao Instituto Politécnico de Beja (IPBeja), cujo as categorias desses utilizadores são:

- Estudantes;
- Docentes;
- Funcionários;
- Administradores.

Os utilizadores identificados para utilização do sistema poderão assim utilizar a aplicação e realizar tarefas na mesma enquanto se encontram nos seguintes espaços:

- Escola Superior de Tecnologia e Gestão;
- Escola Superior de Saúde;
- Escola Superior de Educação;
- Escola Superior Agrária;
- Residência do Utilizador.

## 5.2 Análise de Tarefas

Nesta secção são abordados os tópicos de análise que serão posteriormente utilizados para construção do sistema a desenvolver.

### 5.2.1 Casos de Uso

Os casos de uso a serem abordados neste projeto foram repartidos de uma maneira estratégica após feita a devida análise, e foi concluído que um membro pertencente ao Instituto Politécnico de Beja iriam ter o seguintes:

- Registar Reciclagem;
- Consultar Impactos;
- Consultar Sobre;
- Consultar Saber Mais;
- Registar no sistema;
- Efectuar Login.

Enquanto os casos de uso que foram associados aos administradores do sistema foram:

- Consultar Estatísticas;
- Consultar Utilizadores;
- Efectuar Login.

Assim como podemos ver de forma mais detalhada no diagrama de casos de uso demonstrado na figura abaixo 5.1.

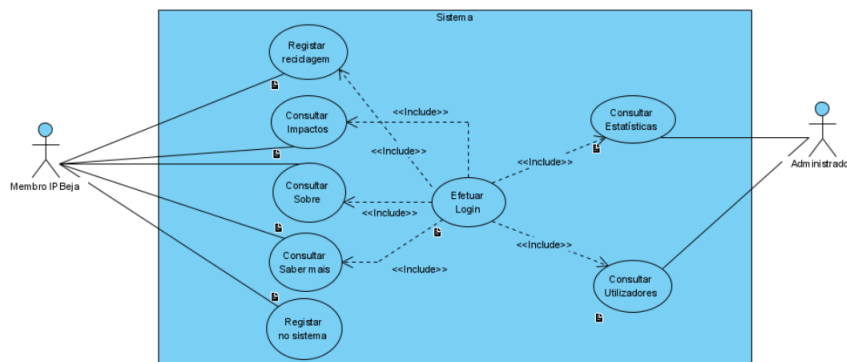


Figura 5.1: Diagrama de Casos de Uso

## Capítulo 6

# Especificação de Requisitos Funcionais e Não Funcionais

Neste capítulo são especificados todos os requisitos que são desempenhados para o desenvolvimento da aplicação e a função de cada um dos mesmos.

### 6.1 Requisitos Não Funcionais

#### Requisitos de Usabilidade

- **Interface da aplicação:** Simples e fácil de interpretar e navegar, mesmo sendo um utilizador inexperiente no que toca a aplicações de smartphone;
- **Sobre:** O utilizador ao simplesmente seleccionar a opção “Sobre” no menu principal da aplicação, terá toda a informação disponibilizada acerca do funcionamento da aplicação e como a mesma deve ser utilizada.

#### Requisitos de Privacidade

- **Visualizar Impacto / Estatísticas:** O utilizador ao visualizar o seu impacto ambiental, ou seja, a quantidade que o mesmo já reciclou / contribuiu para a reciclagem, ou ao visualizar o impacto da comunidade académica, nunca serão disponibilizados nomes ou emails associados a nenhum utilizador nem as fotografias, apenas serão disponibilizadas as categorias de produtos reciclados e a sua quantidade.

### Requisitos de Segurança

- **Registo de conta:** O utilizador faz o registo no sistema em que através do seu email (numeroaluno@stu.ipbeja.pt / nomedocente@ipbeja.pt) será possível confirmar de forma automatizada que o utilizador pertence a uma das escolas do IPBeja, como alternativa o administrador poderá também inserir manualmente um utilizador na base de dados caso seja necessário. Dito isto, foi implementado um sistema de e-mails que envia um link de confirmação para o email do utilizador para assim confirmar se este pertence mesmo a uma das escolas do IPBeja e ao determinado utilizador;
- **Recuperação de palavra-passe:** Caso o utilizador (independentemente de ser aluno, docente ou funcionário) perca o acesso à sua conta através da sua palavra-passe, poderá então requisitar ao utilizador para que este faça um “reset” à mesma, para isso terá então de aceder à página do "Esqueci-me da palavra-passe" em que o utilizador precisava apenas de colocar o seu email pertencente a essa conta, e o sistema irá enviar um email em que o utilizador ao abrir o link enviado pelo sistema poderá então redefinir uma nova palavra-passe.

Para especificação dos requisitos funcionais foram utilizadas tabelas para exemplificar o funcionamento desses mesmos requisitos, de forma mais detalhada, como se pode verificar pelas tabelas abaixo.



<b>Nome do Caso de Uso</b>	Efetuar Login
<b>Descrição Resumida</b>	O caso de uso tem como objetivo que os utilizadores usem as suas credenciais registadas no sistema previamente para que possam assim aceder ao sistema com a sua conta.
<b>Fluxo de Eventos - Principal</b>	1. O utilizador entra no sistema através das suas credenciais fornecidas pelo IPBeja (e-mail e palavra-passe).
<b>Fluxo de Eventos - Alternativo</b>	1. O utilizador não se encontra registado no sistema. 2. O utilizador insere os dados incorrectos das suas credenciais de login. 3. O utilizador esquece-se do seu email ou palavra-passe.
<b>Requisitos Especiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Requisito de usabilidade:</b> Interface do sistema simples e fácil de interpretar e navegar.</li> <li>● <b>Requisito de Segurança:</b> O sistema consegue confirmar se o utilizador pertence ao IPBeja através do seu registo com o email pertencente à instituição.</li> </ul>
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador tenha uma conta do IPBeja.
<b>Pós-Condições</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Registo da sua conta no sistema, caso não a tenha;</li> <li>● Utilizador pode recuperar a sua palavra-passe;</li> <li>● Utilizador entra no sistema.</li> </ul>

Tabela 6.1: Caso de Uso - Login

<b>Nome do Caso de Uso</b>	Consultar Impactos
<b>Descrição Resumida</b>	O caso de uso tem como objetivo que os utilizadores possam consultar estatísticas acerca do impacto na reciclagem.
<b>Fluxo de Eventos - Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. O utilizador acede à categoria “Impactos” e visualiza estatísticas acerca do impacto pessoal.</li><li>2. Utilizador poderá também visualizar o impacto a nível académico. O utilizador tem uma terceira opção dentro da interface “Impactos” em que pode aceder a estatísticas utilizando alguns filtros.</li></ol>
<b>Fluxo de Eventos - Alternativo</b>	O utilizador não consegue consultar os impactos e estatísticas por não existirem no sistema ou outro erro.
<b>Requisitos Especiais</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Requisito de usabilidade:</b> Interface do sistema simples e fácil de interpretar e navegar;</li><li>● <b>Requisito de Privacidade:</b> Não são disponibilizados nomes, emails ou fotográficas associados a um respetivo utilizador.</li></ul>
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador esteja com a sessão iniciada no sistema.
<b>Pós-Condições</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Utilizador tem acesso ao Impacto Pessoal;</li><li>● Utilizador pode consultar o Impacto Académico;</li><li>● Utilizador pode consultar as estatísticas com acesso a diferentes filtros;</li><li>● Retornar à interface principal.</li></ul>

Tabela 6.2: Caso de Uso - Consultar Impactos

<b>Nome do Caso de Uso</b>	Registrar Reciclagem
<b>Descrição Resumida</b>	O caso de uso tem como objetivo que os utilizadores fotografem o objeto a ser reciclado.
<b>Fluxo de Eventos - Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador tira a foto do objeto que vai reciclar.</li> <li>2. O sistema reconhece o objeto automaticamente e apresenta informações ao utilizador acerca do objeto a ser reciclado.</li> <li>3. O sistema apresenta uma nova interface com o seu afeto a nível de impacto ambiental.</li> </ol>
<b>Fluxo de Eventos - Alternativo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador tira a foto do objeto que vai reciclar.</li> <li>2. O sistema não reconhece o objeto automaticamente, o utilizador insere os dados manualmente acerca do objeto que está a reciclar.</li> <li>3. O sistema apresenta uma nova interface com o seu afeto a nível de impacto ambiental.</li> </ol>
<b>Requisitos Especiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Requisito de usabilidade:</b> Interface do sistema simples e fácil de interpretar e navegar;</li> </ul>
<b>Pré-Condições</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● O utilizador esteja com a sessão iniciada no sistema;</li> <li>● O utilizador tenha a sua localização do smartphone ativa;</li> <li>● O utilizador tenha a câmara do smartphone a funcionar.</li> </ul>
<b>Pós-Condições</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Utilizador visualiza informações sobre o objeto que reciclou;</li> <li>● Utilizador recebe informação acerca do impacto ambiental que o objeto no qual reciclou tem;</li> <li>● Dados acerca do impacto e suas estatísticas atualizadas no sistema.</li> </ul>

Tabela 6.3: Caso de Uso - Registrar Reciclagem

<b>Nome do Caso de Uso</b>	Consultar "Saber Mais"
<b>Descrição Resumida</b>	O caso de uso tem como objetivo que os utilizadores possam consultar esta opção e assim se informar mais acerca do impacto ambiental e sobre a reciclagem.
<b>Fluxo de Eventos - Principal</b>	1. O utilizador acede à categoria “Saber Mais” e visualiza informações acerca dos benefícios da reciclagem e dos seus impactos ambientais, acerca do vidro, plástico, papel, pilhas e metal.
<b>Fluxo de Eventos - Alternativo</b>	1. O utilizador não consegue consultar os impactos ambientes de diferentes tipos de reciclagem.
<b>Requisitos Especiais</b>	● <b>Requisito de usabilidade:</b> Interface do sistema simples e fácil de interpretar e navegar;
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador esteja com a sessão iniciada no sistema.
<b>Pós-Condições</b>	● Utilizador tem acesso ao impacto do vidro no meio ambiente; ● Utilizador pode consultar o impacto do plástico no meio ambiente; ● Utilizador pode consultar o impacto do papel no meio ambiente; ● Utilizador pode consultar o impacto das pilhas no meio ambiente; ● Utilizador pode consultar o impacto do metal no meio ambiente; ● Retornar à interface principal.

Tabela 6.4: Caso de Uso - Consultar Saber Mais

<b>Nome do Caso de Uso</b>	Consultar "Sobre"
<b>Descrição Resumida</b>	O caso de uso tem como objetivo que os utilizadores possam consultar e assim se informar acerca de informações sobre o devido uso do sistema.
<b>Fluxo de Eventos - Principal</b>	1. O utilizador acede à categoria “Sobre” e visualiza informações acerca de como usar o sistema em que nele se encontra.
<b>Fluxo de Eventos - Alternativo</b>	O utilizador não consegue visualizar informações de como utilizar devidamente o sistema.
<b>Requisitos Especiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Requisito de usabilidade:</b> Interface do sistema simples e fácil de interpretar e navegar.</li> </ul>
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador esteja com a sessão iniciada no sistema.
<b>Pós-Condições</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Consultar como utilizar devidamente o sistema;</li> <li>● Retornar à interface principal.</li> </ul>

Tabela 6.5: Caso de Uso - Consultar Sobre

<b>Nome do Caso de Uso</b>	Registar no Sistema
<b>Descrição Resumida</b>	O caso de uso tem como objetivo que os utilizadores consigam efetuar o registo no sistema.
<b>Fluxo de Eventos - Principal</b>	1. O utilizador acede à categoria “Registar” e insere o seu primeiro e último nome, curso, escola eo seu email associado ao IPBeja.
<b>Fluxo de Eventos - Alternativo</b>	1.Email já se encontra registado no sistema. 2. Email não corresponde a um email válido do IPBeja.
<b>Requisitos Especiais</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Requisito de usabilidade:</b> Interface do sistema simples e fácil de interpretar e navegar.</li><li>● <b>Requisito de Segurança:</b> O sistema consegue confirmar se o utilizador pertence ao IPBeja através do seu registo com o email pertencente à instituição.</li></ul>
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador tenha um email válido do IPBeja.
<b>Pós-Condições</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Utilizador ativa a sua conta, acedendo ao email que lhe foi enviado para o email pertencente ao IPBeja;</li><li>● Utilizador após confirmar a sua conta, poderá então iniciar sessão com as suas credenciais no sistema.</li></ul>

Tabela 6.6: Caso de Uso - Registar no sistema

<b>Nome do Caso de Uso</b>	Consultar Estatísticas
<b>Descrição Resumida</b>	O caso de uso tem como objetivo que os administradores possam consultar as estatísticas da reciclagem por filtros para consultarem a reciclagem dos utilizadores do sistema.
<b>Fluxo de Eventos - Principal</b>	1. O administrador acede à categoria “Estatísticas” e efetua consultas por filtragem (Ex: Numa determinada escola, qual o número de plástico que os alunos reciclaram).
<b>Fluxo de Eventos - Alternativo</b>	O administrador não consegue consultar as estatísticas de reciclagem dos utilizadores.
<b>Requisitos Especiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Requisito de usabilidade:</b> Interface do sistema simples e fácil de interpretar e navegar.</li> </ul>
<b>Pré-Condições</b>	O administrador esteja com a sessão iniciada no sistema.
<b>Pós-Condições</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Consultar estatísticas acerca da reciclagem dos utilizadores do sistema;</li> <li>● Retornar à interface principal.</li> </ul>

Tabela 6.7: Caso de Uso - Consultar estatísticas

<b>Nome do Caso de Uso</b>	Consultar Utilizadores
<b>Descrição Resumida</b>	O caso de uso tem como objetivo que os administradores possam consultar e assim se informar acerca de informações sobre os utilizadores que utilizam o sistema.
<b>Fluxo de Eventos - Principal</b>	1. O administrador acede à categoria “Utilizadores” e visualiza todos os utilizadores registados no sistema, em que também consegue visualizar que tipo de utilizador são, a que escola pertencem e o quão frequente utilizam a aplicação.
<b>Fluxo de Eventos - Alternativo</b>	O administrador não consegue visualizar informações acerca dos utilizadores que utilizam a aplicação.
<b>Requisitos Especiais</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Requisito de usabilidade:</b> Interface do sistema simples e fácil de interpretar e navegar.</li></ul>
<b>Pré-Condições</b>	O administrador esteja com a sessão iniciada no sistema.
<b>Pós-Condições</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Consultar informações acerca dos utilizadores que utilizam o sistema;</li><li>● Retornar à interface principal.</li></ul>

Tabela 6.8: Caso de Uso - Consultar utilizadores



## Capítulo 7

# Esboço das Interfaces e Protótipo do Sistema

Neste capítulo são representados os esboços de desenho e exemplificado uma devida descrição dos modelos de interface gráfica de baixa/média fidelidade dessas mesmas interfaces gráficas que foram usadas como análise de como o sistema deveria ser posteriormente implementado.

### 7.1 Registo de conta, Início de Sessão e Recuperação de Palavra-passe

- **Início de Sessão (Login):** Interface em que o utilizador faz o início de sessão com as suas credencias pertencentes ao Instituto Politécnico de Beja, que neste caso são requeridos um email e uma palavra-passe para ter o devido acesso à aplicação;
- **Registo no sistema:** Caso o utilizador ainda não se encontra registado no sistema terá então de criar uma conta com as suas devidas credenciais, em que este deverá preencher os campos apresentados, com o seu nome, email, palavra-passe e a que escola pertence. Apenas é possível registar contas no sistema cujo email registado pertença ao Instituto Politécnico de Beja, caso o email faça parte do Instituto será então enviado um link de confirmação para esse mesmo email, em que o utilizador terá de abrir o link fornecido para que a sua conta fique verificada e consiga iniciar sessão no sistema e após isso tenha então assim acesso à aplicação.
- **Recuperação de Palavra-passe:** Caso o utilizador tenha perdido acesso à sua palavra-passe, poderá então aceder a esta interface em que será pedido que o utilizador introduza o seu email associado à sua conta, em que após isso, se o email existir no sistema, será então enviado um link para o email introduzido em que permite ao

## 7. ESBOÇO DAS INTERFACES E PROTÓTIPO DO SISTEMA

---

utilizador criar uma nova palavra-passe associada a esse email, e assim ter acesso à sua conta. 7.1

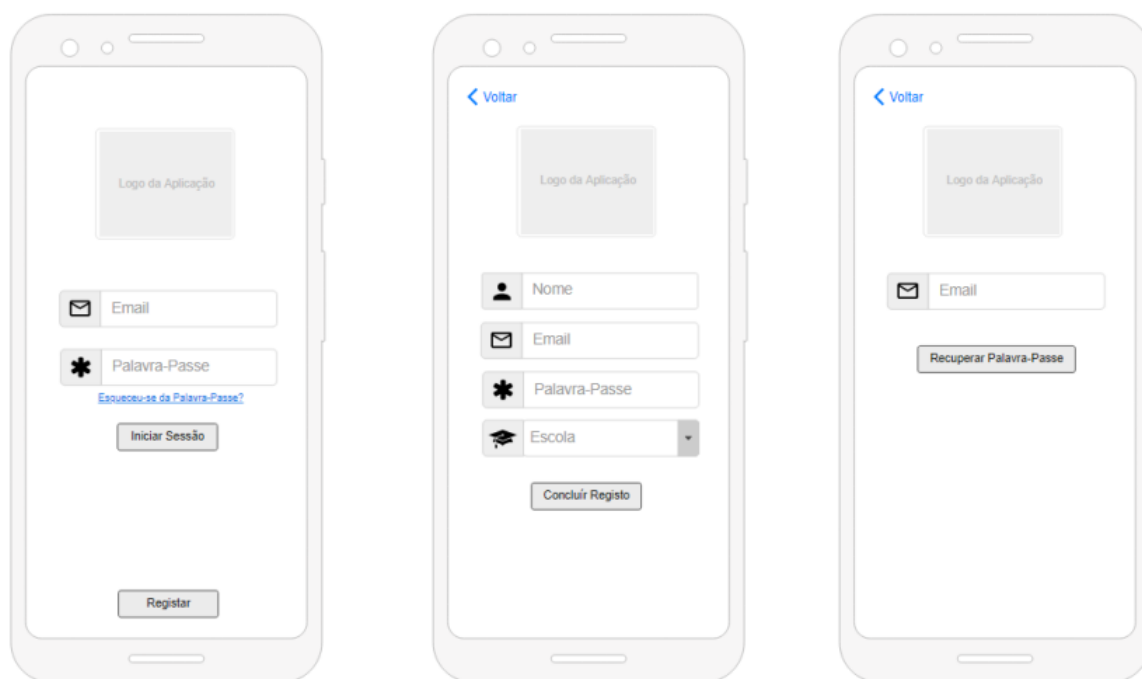


Figura 7.1: Interfaces de Registo no Sistema, Início de Sessão e Recuperação de Palavra-passe

### 7.2 Página Inicial - Membro IPBeja e Administrador

- **Página Inicial (Homepage) - Membro IPBeja:** Após o membro do Instituto realizar o início de sessão com as suas credenciais na aplicação irá se deparar na interface principal da aplicação em que será aqui que poderá navegar pelo sistema, utilizando as quatro opções que se encontram visíveis.
- **Página Inicial (Homepage) - Administrador:** O administrador do sistema irá iniciar no sistema de forma semelhante à de um membro do IPBeja, porém o seu menu de navegação será diferente em que terá diferentes opções, cada uma delas com um diferente propósito. 7.2

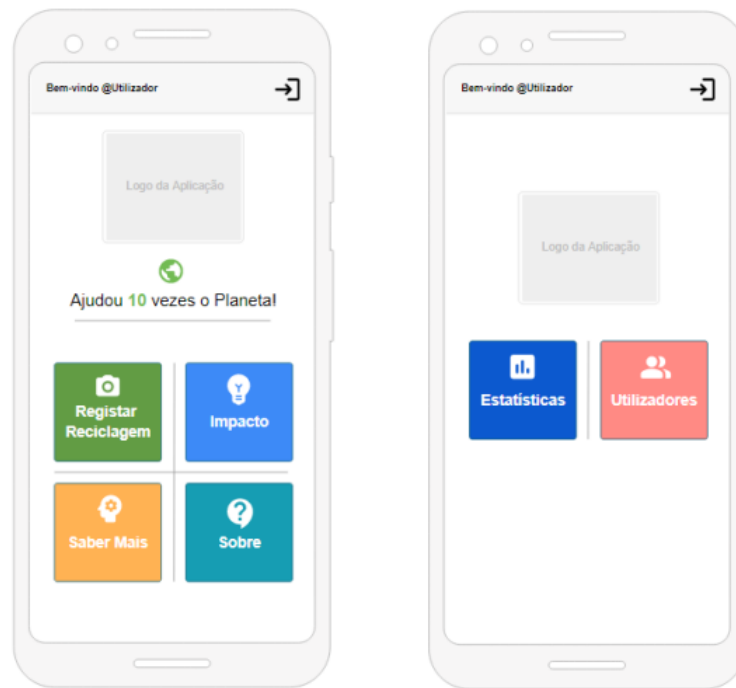


Figura 7.2: Interfaces de Página Inicial (Membros IPBeja e Administrador)

### 7.3 Registrar Reciclagem

- **Menu de opções:** O membro IPBeja ao aceder à interface de Registo Reciclagem irá se deparar com um menu com três possibilidades de escolha, em que este terá a opção de qual o método que deseja utilizar para a reciclagem do objecto, estas possibilidades são:
  - **Registrar Manualmente:** O membro IPBeja terá de inserir todos os campos manualmente visto que após fotografar o objecto, nenhum campo estará automaticamente preenchido e terá de ser ele a identificar as várias características do objecto a reciclar.
  - **Fotografar Objecto:** Seleccionando este método, após a fotografia do objecto ser retirada, os campos com as características do objecto fotografado são automaticamente preenchidos.
  - **Ler Código de Barras:** Semelhante ao método anterior em que o utilizador ao fotografar o objecto a reciclar os campos serão também automaticamente preenchidos, porém a diferença é que a partir deste método o código barras terá de ser fotografado. Caso o objecto não consiga ser reconhecido pelo sistema através do código de barras o utilizador poderá também inserir o código de barras manualmente.

- **Fotografar o Objecto a Reciclar:** Após um dos métodos do menu de opções ser seleccionado o utilizador irá automaticamente ser redireccionado para uma interface em que a câmara do seu smartphone será aberta e será então pedido que seja retirada uma fotografia do objecto a ser reciclado (tendo em conta o método previamente seleccionado).
- **Erro no Reconhecimento Automático:** Existirá sempre a possibilidade de ao optar por um dos métodos de reconhecimento automático, o sistema não reconhecer o devido objecto a reciclado, porém, caso isso aconteça o utilizador será sempre notificado do acontecimento e será então fornecido outro meio para que o utilizador consiga aceder a outra opção para registar a sua reciclagem.
- **Inserir Dados do Objecto:** Após que o objecto a reciclar seja fotografado e após confirmação da fotografia, será então redireccionado para a interface em que se irá deparar com as características do objecto a reciclar. 7.3

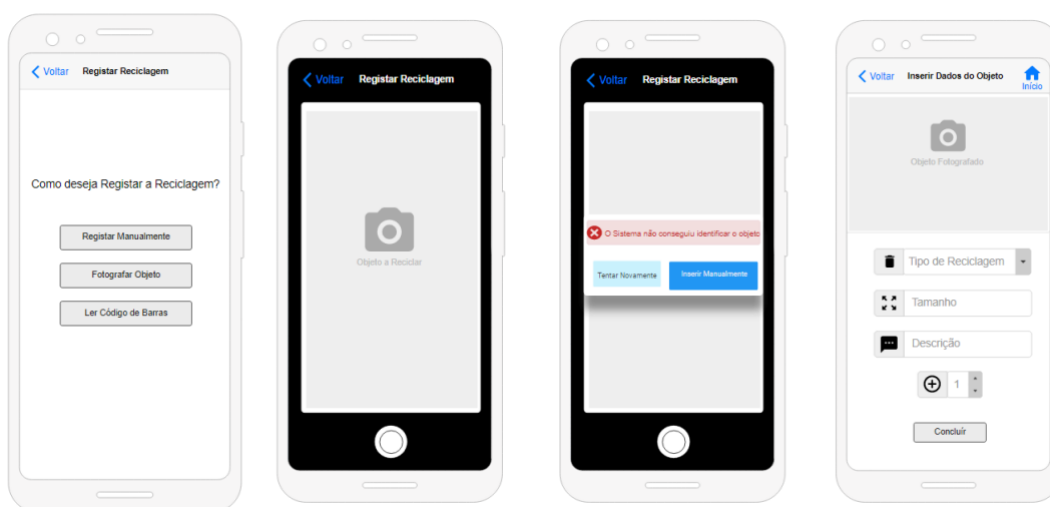


Figura 7.3: Interfaces de Registrar Reciclagem

### 7.4 Impacto

- **Impacto Pessoal:** Interface em que permite ao utilizador registar o seu impacto ambiental, em que poderá ver dados quantitativos em relação ao número de reciclagens que já realizou assim como o número de total de diferentes parâmetros que ao reciclar ajudou o meio ambiente. O utilizador poderá também visualizar individualmente todos os objectos que já reciclou cujo estes aparecem numa lista em que pode ver o impacto ambiental de cada objecto individualmente.

- **Impacto Académico:** Interface em que permite visualizar o impacto ambiental a nível académico, ou seja, a junção de dados de todos os utilizadores de uma determinada escola, em que se permite ver o total de reciclagens e outros dados ambientais em que estes são demonstrados e repartidos pelas quatro escolas pertencentes ao Instituto Politécnico de Beja. 7.4



Figura 7.4: Interfaces de Impacto

## 7.5 Saber Mais

Esta interface permite ao utilizador adquirir conhecimentos no que toca à reciclagem e ao meio ambiente as suas causas, e também os benefícios e informações úteis em relação aos diferentes tipos de reciclagem. O utilizador poderá usar o menu de tipo reciclagem e seleccionar os diferentes tipos de reciclagem nele existentes e apreender mais acerca de cada um deles. 7.5

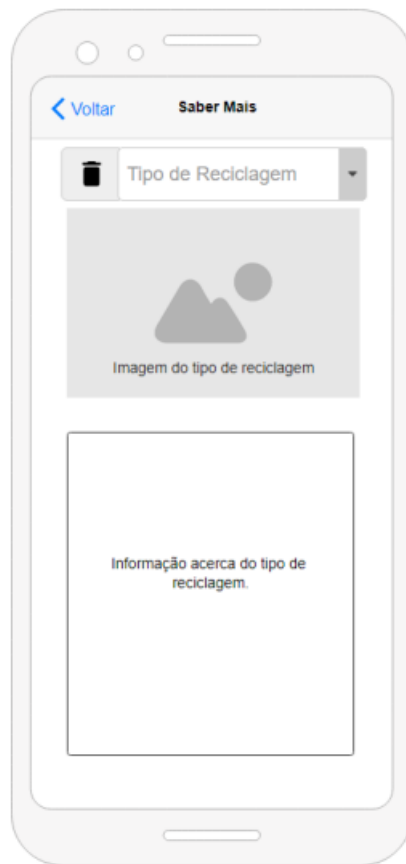


Figura 7.5: Interface de Saber Mais

### 7.6 Interfaces de Administrador

- **Consultar Estatísticas:** Permite que o administrador realize consultas em que pode consultar estatísticas utilizando diferentes filtros para obter informações detalhadas para obter os dados quantitativos de reciclagem com determinados parâmetros.
- **Consultar Utilizadores:** Permite que o administrador consiga visualizar todos os utilizadores existentes no sistema e obter toda a informação em relação aos mesmos.

7.6

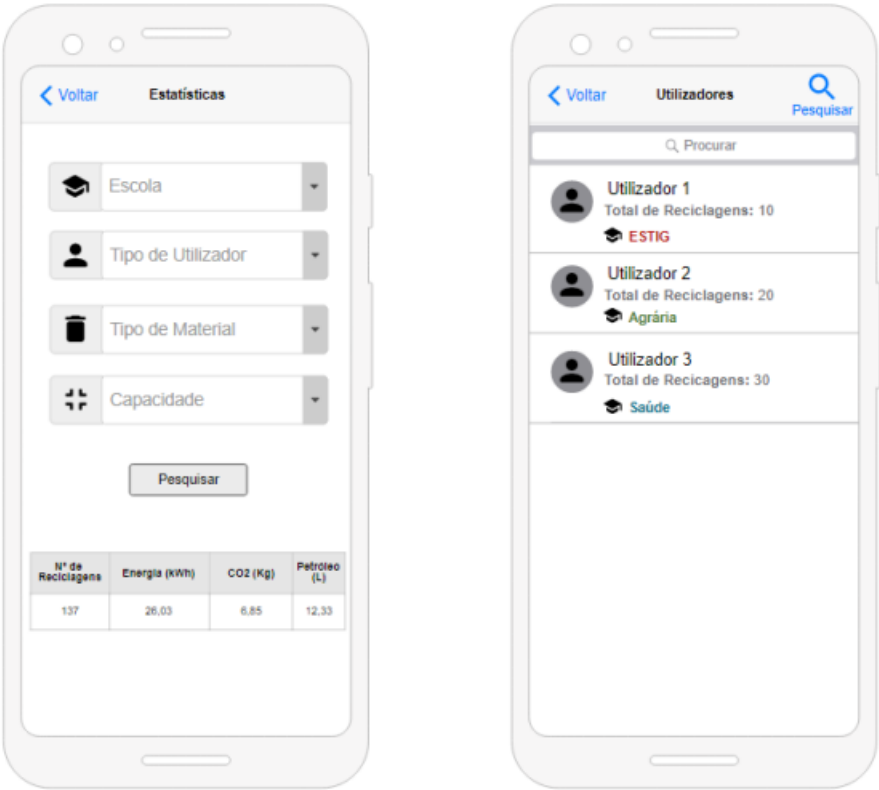


Figura 7.6: Interfaces de Administrador (Consultar Estatísticas e Consultar Utilizadores)





## Capítulo 8

# Implementação

Continuamos o trabalho anterior com **Java** e **Firebase** ([Goo11]) corrigindo alguns erros e adicionamos reconhecimento de código de barras como também introduzimos reconhecimento automático funcional para garrafas de plástico de 0.25l, 0.33l, 0.5l, 1l e 2l, latas de refrigerantes, garrafas de vidro e cartão, este ultimo também inclui papel.

### 8.1 Base de dados

A base de dados utilizada foi a instância *Firebase* ([Goo11]) criada no ano passado. Escolhemos manter pela facilidade das integrações entre *Firebase* e *Android*. Como é uma base de dados não relacional (*nosql*) a informação está organizado por colecções em vez de tabelas.

A estrutura manteve-se excepto a adição da colecção de códigos de barras (8.2), embora que não estejamos a utilizar as colecções membros IPBeja, garrafas de água e garrafas de refrigerante.

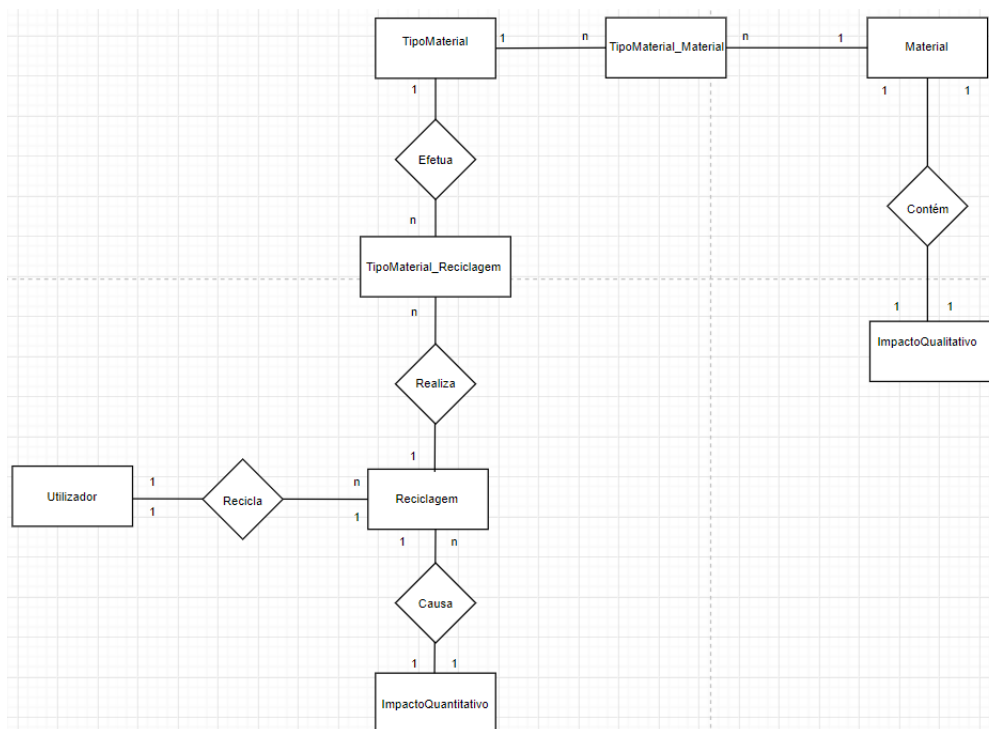


Figura 8.1: Modelo conceptual

### 8.1.1 Colecção códigos de barras

A colecção código de barras contém um documento por cada código de barras inserido na colecção, se um código de barras não se encontrar na colecção a aplicação pede ao utilizador para inserir os dados do produto que serão colocados na colecção de **reciclagens** como o numero de reciclagens seleccionadas pelo utilizador e á colecção código de barras para ser reconhecido no futuro.

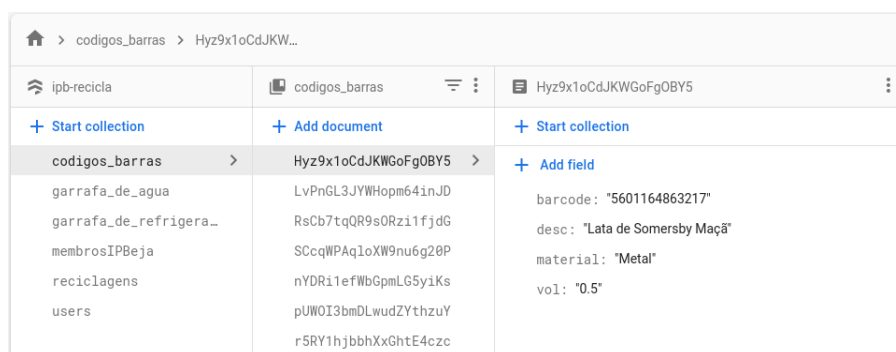


Figura 8.2: Colecção de códigos de barras

### 8.1.2 Colecção de reciclagens efectuadas

A colecção de reciclagens guarda informação sobre as reciclagens efectuadas como a capacidade que representa o volume ou peso, os impactos de ser reciclado.

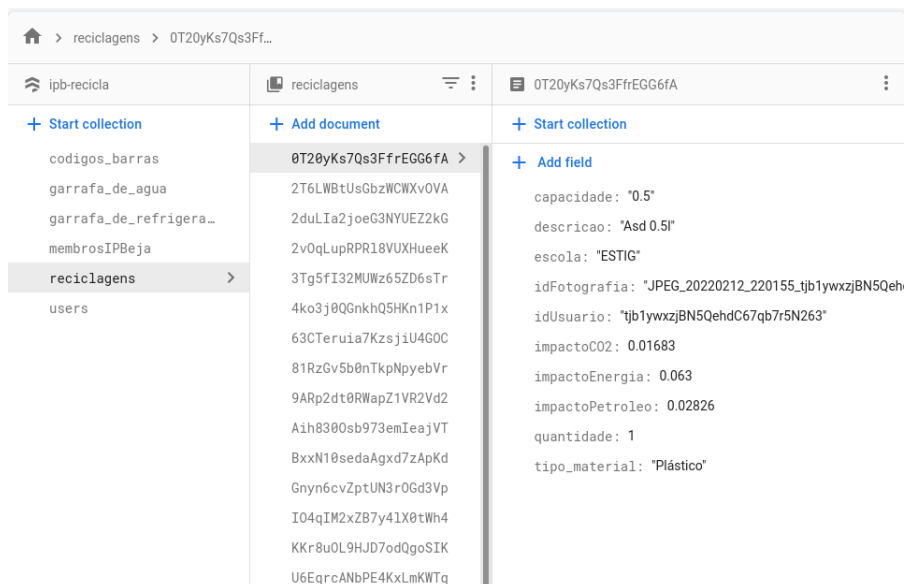


Figura 8.3: Colecção de reciclagens efectuadas

### 8.1.3 Colecção de users.

A colecção de *users* guarda atributos como a que escola o utilizador pertence, nome e tipo do utilizador.

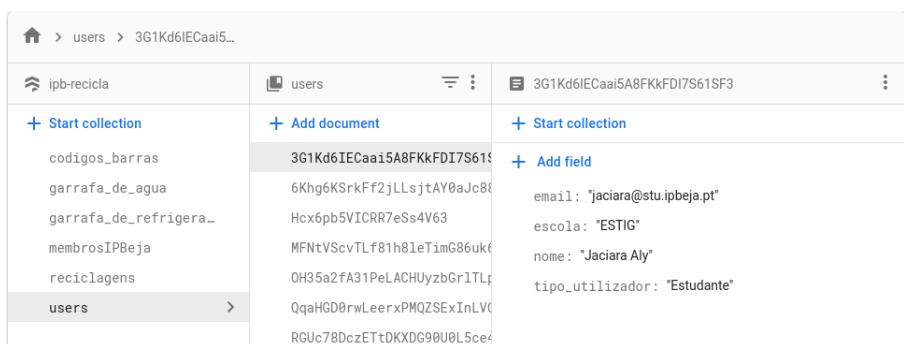


Figura 8.4: Colecção de *users* da aplicação

## 8.2 Consultar Membros IPBeja (Administrador)

Esta é uma funcionalidade em que apenas os administradores do sistema têm acesso, em que esta funcionalidade permite ao administrador conseguir consultar todos os membros

IPBeja que se encontram registados no sistema.

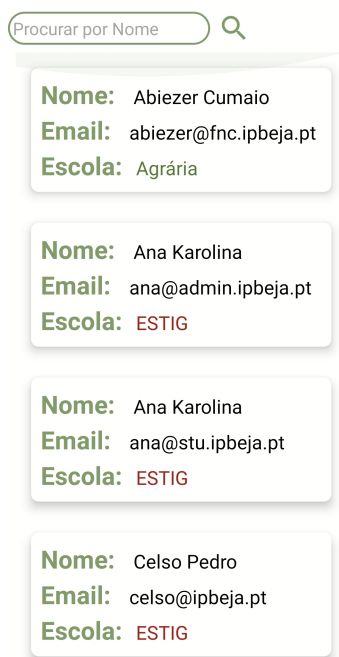


Figura 8.5: Consultar membros IPBeja.

### 8.2.1 Procurar membro pelo seu nome

Caso a lista de membros IPBeja seja extensa o administrador pode optar por procurar por um nome específico de um determinado membro para conseguir encontrá-lo e assim aceder à sua informação.



Figura 8.6: Procurar por nome.

### 8.2.2 Informação mais detalhada sobre o membro

Caso o administrador queira consultar uma informação mais detalhada acerca de um específico membro basta pressionar no cartão do determinado membro em que após isso poderá aceder a mais informações acerca desse mesmo membro em que pode visualizar informações

como a reciclagem total ou até mesmo uma reciclagem mais detalhada que demonstra os tipos de reciclagem que esse membro realizou.



Figura 8.7: Informação mais detalhada acerca de determinado membro.

## 8.3 Reconhecimento automático através de códigos de barras

Utilizando o ML-Kit ([Goo22a], foi implementado o reconhecimento de códigos de barras seguindo a documentação para **Android** ([Goo22b]). Esta implementação do reconhecimento de códigos de barras permite ao utilizador fotografar o código de barras de um determinado objecto cujo este deseja reciclar e após isso a aplicação irá reconhecer as características desse mesmo objecto e assim introduzir os campos com os dados do objecto reconhecidos automaticamente, caso o utilizador deseje poderá ainda alterar estes campos antes de concluir a sua reciclagem. Nas secções abaixo é explicado os casos em que o reconhecimento automático do código de barras não ocorra, e as opções fornecidas da aplicação para que o utilizador decida optar.

### 8.3.1 Código de barras não encontrado

Caso o código de barras do objecto fotografado não consiga ser reconhecido/encontrado pelo sistema, o utilizador irá se deparar com uma nova interface que irá perguntar se o mesmo deseja voltar a fotografar o objecto para tentar novamente o mesmo processo ou

se deseja inserir o código de barras manualmente, como podemos ver na figura ilustrada abaixo que demonstra a interface que o utilizador se irá deparar.

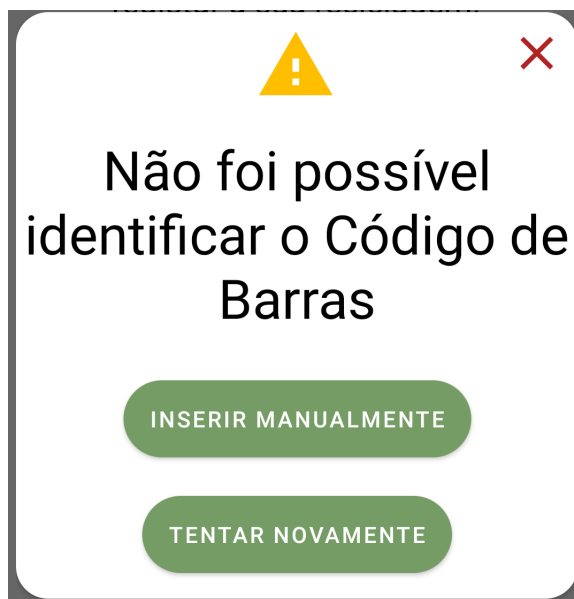


Figura 8.8: Interface de reconhecimento de código de barras não reconhecido.

### 8.3.2 Código de barras inserido manualmente

Caso o utilizador opte por um método sem margem de erro, cujo este não depende da fotografia retirada pelo mesmo, em que após a inserção do código de barras o utilizador terá logo a certeza que o código de barras existe ou não, visto que se for bem introduzido não haverá margem de erro, o código de barras ou será automaticamente associado a um objecto ou não, em que o utilizador ao optar pela opção de inserir o código de barras manualmente será automaticamente redireccionado para a seguinte interface, como podemos verificar na figura abaixo.



Figura 8.9: Interface de inserção de código de barras manualmente.

### 8.3.3 Código de barras não existe na base de dados

Após introduzir o código de barras e pressionar o botão de confirmação caso o código de barras introduzido não esteja na base de dados da aplicação o utilizador irá visualizar uma interface em que este terá a opção de adicionar esse código de barras à base de dados caso este não exista, como podes visualizar na figura abaixo, em que ao clicar em adicionar, o utilizador será levado à interface em que permite descrever o objecto a que corresponde a esse mesmo código de barras, em que o utilizador deverá preencher todos esses campos (código de barras, tipo de material, nome do objeto e a sua capacidade).

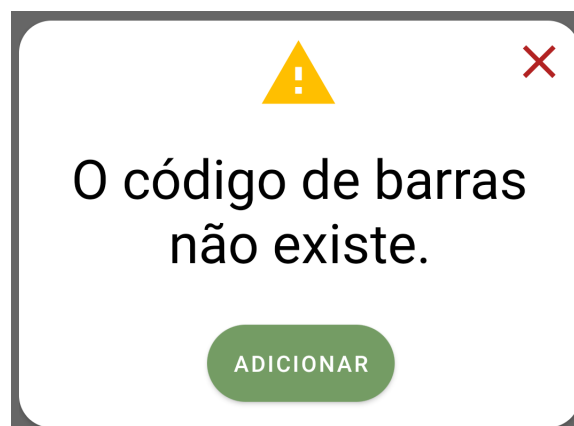

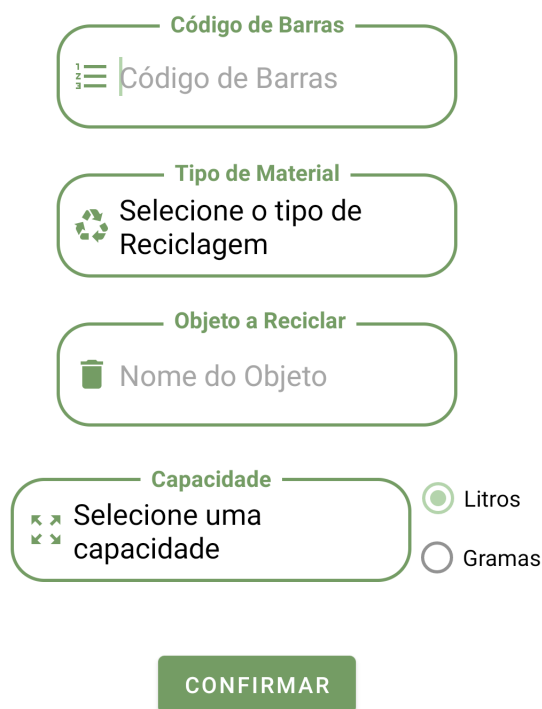


Figura 8.10: Código de barras não existe.

 Adicione o código de barras e as características desse mesmo objeto.



The form consists of four rounded rectangular input fields and a confirmation button. The first field is labeled 'Código de Barras' and contains a barcode icon and the text 'Código de Barras'. The second field is labeled 'Tipo de Material' and contains a recycling icon and the text 'Selecione o tipo de Reciclagem'. The third field is labeled 'Objeto a Reciclar' and contains a trash can icon and the text 'Nome do Objeto'. The fourth field is labeled 'Capacidade' and contains a double arrow icon and the text 'Selecione uma capacidade'. To the right of the fourth field are two radio buttons: 'Litros' (selected) and 'Gramas'. Below the fields is a green button labeled 'CONFIRMAR'.

Figura 8.11: Adicionar código de barras.

## 8.4 Reconhecimento de objectos através de imagens

Em resumo primeiro tentámos utilizar o modelo anterior, um modelo pré-treinado da *Google* (**mobilenet v1**), mas rapidamente nos apercebemos que não iria funcionar, pois não tinha sido "*re-treinado*" para a detecção de lixo, estando limitado às *labels* originais treinadas pela Google. De seguida criámos um **Image Classifier** utilizando **Keras** e uma junção do *dataset* [asd19] e [Moe20], abaixo descrito, mas o modelo não tinha grande precisão. Tentámos procurar soluções para o problema, para o que experimentámos utilizar a técnica de *Transfer Learning*, que consiste em reutilizar um modelo pré-treinado para um novo problema semelhante ao original, tentamos com o modelo **ResNet50** e **InceptionV3**, o primeiro aparentava ser melhor pois a precisão de treino e validação eram bastante altos (8.13) mas o modelo ficou "*viciado*" em vidro classificando tudo como vidro.



### 8.4.1 Preparação do *dataset*

Encontrámos um repositório no GitHub [Aga21] comparando os *datasets* existentes para a classificação de lixo, dos muitos *datasets* referenciados no repositório escolhemos o *Garbage Classification* ([asd19]) pois tinha um numero aceitável de imagens com classes que nos interessavam.

O *dataset Garbage Classification* ([asd19]) é composto por trezentas e noventa e três (393) imagens de **cartão**, quatrocentas e noventa e uma (491) de **vidro**, quatrocentas (400) de **metal**, quinhentas e oitenta quatro (584) de **papel**, quatrocentas e setenta duas (472) de **plástico** e cento e vinte sete (127) de **lixo variado**.

Embora o *dataset* não nos deu problemas queríamos o reconhecimento automático de tamanhos oferecido pelo *dataset Bottles and Cans Images* [Moe20], este composto por cem (100) imagens de **garrafas de plástico** de **1L**, quatrocentas e trinta nove (439) de **1.5L**, trinta e seis (36) de **2L**, onze (11) de **0.25L**, cento e treze (113) de **0.33l**, trezentas e trinta (330) de **0.5L**, cinquenta e sete (57) de **latas** e quatro (4) de **rejeitadas**. Decidimos juntar ambos os *datasets* no que chamamos *bottledata* que é composto pelo *dataset Bottles and Cans Images* na sua integra, excepto a classe de rejeitadas, mais cento e dezoito (118) imagens de latas do *dataset Garbage Classification* juntamos também as imagens de papel e de cartão numa só pasta pois cartão e papel seguem o mesmo processo de reciclagem.

### 8.4.2 Modelo de Rede Neural Convolutiva em Keras

Como referido em cima utilizando *Keras*, *Tensorflow* e o *dataset bottledata* criámos um **Image Classifier** seguindo o tutorial do Tensorflow [Ten22a], com resultados em treino aceitáveis (8.12) mas não funciona, não percebemos o porque.

```
Epoch 40/50
125/125 [=====] - 13s 104ms/step - loss: 0.3560 - accuracy: 0.8495 - val_loss: 0.1221 - val_accuracy: 0.9475
Epoch 41/50
125/125 [=====] - 15s 117ms/step - loss: 0.3215 - accuracy: 0.8781 - val_loss: 0.1761 - val_accuracy: 0.9375
Epoch 42/50
125/125 [=====] - 15s 118ms/step - loss: 0.3469 - accuracy: 0.8626 - val_loss: 0.1268 - val_accuracy: 0.9500
Epoch 43/50
125/125 [=====] - 15s 116ms/step - loss: 0.3262 - accuracy: 0.8696 - val_loss: 0.2712 - val_accuracy: 0.8950
Epoch 44/50
125/125 [=====] - 14s 115ms/step - loss: 0.3635 - accuracy: 0.8560 - val_loss: 0.1601 - val_accuracy: 0.9300
Epoch 45/50
125/125 [=====] - 15s 116ms/step - loss: 0.3663 - accuracy: 0.8576 - val_loss: 0.1887 - val_accuracy: 0.9000
Epoch 46/50
125/125 [=====] - 15s 117ms/step - loss: 0.3242 - accuracy: 0.8776 - val_loss: 0.1842 - val_accuracy: 0.9475
Epoch 47/50
125/125 [=====] - 15s 118ms/step - loss: 0.3701 - accuracy: 0.8550 - val_loss: 0.1690 - val_accuracy: 0.9200
Epoch 48/50
125/125 [=====] - 13s 101ms/step - loss: 0.3119 - accuracy: 0.8771 - val_loss: 0.1291 - val_accuracy: 0.9400
Epoch 49/50
125/125 [=====] - 15s 117ms/step - loss: 0.2911 - accuracy: 0.8847 - val_loss: 0.1433 - val_accuracy: 0.9400
Epoch 50/50
125/125 [=====] - 15s 118ms/step - loss: 0.3149 - accuracy: 0.8791 - val_loss: 0.1100 - val_accuracy: 0.9475
```

Figura 8.12: Treino do modelo convolutivo

### 8.4.3 Modelo baseado em *Resnet50*

O modelo pré-treinado *ResNet50* foi utilizado como base seguindo a pagina [Ten22b], este modelo era onde tínhamos grandes esperanças pois os resultados de treino eram os mais

apelativos (8.13).

Mas como acima referido o modelo ficou "*viciado*" na categoria de vidro e desistimos dele quando vimos resultados de mundo real melhores com o modelo baseado em *InceptionV3*.

```
224/224 [=====] - 10s 32ms/step - loss: 0.7349 - accuracy: 0.7785 - val_loss: 0.3743 - val_accuracy: 0.8655
Epoch 2/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.3206 - accuracy: 0.8915 - val_loss: 0.3837 - val_accuracy: 0.8857
Epoch 3/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.2876 - accuracy: 0.8993 - val_loss: 0.2837 - val_accuracy: 0.9103
Epoch 4/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.2127 - accuracy: 0.9217 - val_loss: 0.3183 - val_accuracy: 0.8969
Epoch 5/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.2103 - accuracy: 0.9211 - val_loss: 0.2597 - val_accuracy: 0.9215
Epoch 6/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.1697 - accuracy: 0.9430 - val_loss: 0.2140 - val_accuracy: 0.9305
Epoch 7/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.1549 - accuracy: 0.9474 - val_loss: 0.2071 - val_accuracy: 0.9350
Epoch 8/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.1136 - accuracy: 0.9569 - val_loss: 0.2423 - val_accuracy: 0.9260
Epoch 9/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.1517 - accuracy: 0.9435 - val_loss: 0.2682 - val_accuracy: 0.9305
Epoch 10/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.1267 - accuracy: 0.9569 - val_loss: 0.2108 - val_accuracy: 0.9372
Epoch 11/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.0949 - accuracy: 0.9609 - val_loss: 0.3202 - val_accuracy: 0.9260
Epoch 12/15
224/224 [=====] - 6s 26ms/step - loss: 0.1090 - accuracy: 0.9609 - val_loss: 0.2424 - val_accuracy: 0.9350
Epoch 13/15
224/224 [=====] - 6s 27ms/step - loss: 0.0914 - accuracy: 0.9687 - val_loss: 0.3292 - val_accuracy: 0.9215
Epoch 14/15
224/224 [=====] - 6s 27ms/step - loss: 0.0837 - accuracy: 0.9715 - val_loss: 0.1987 - val_accuracy: 0.9417
Epoch 15/15
224/224 [=====] - 6s 27ms/step - loss: 0.0924 - accuracy: 0.9676 - val_loss: 0.1982 - val_accuracy: 0.9417
```

Figura 8.13: Treino do modelo baseado em *ResNet50*

#### 8.4.4 Modelo baseado em InceptionV3

Com o *InceptionV3* embora a precisão em treino (8.14) não fosse tão impressionante como o *ResNet50* os resultados que tivemos em mundo real e não estar "*viciado*" fez com que fosse o modelo utilizado.

```
1248/1250 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.1075 - accuracy: 0.9645
Epoch 47: saving model to ./checkpoints/InceptionV3_model_weights.h5
1250/1250 [=====] - 34s 27ms/step - loss: 0.1079 - accuracy: 0.9644 - val_loss: 470.7112 - val_accuracy: 0.3722
Epoch 48/50
1250/1250 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.1159 - accuracy: 0.9617
Epoch 48: saving model to ./checkpoints/InceptionV3_model_weights.h5
1250/1250 [=====] - 35s 28ms/step - loss: 0.1159 - accuracy: 0.9617 - val_loss: 484.8962 - val_accuracy: 0.3722
Epoch 49/50
1250/1250 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.0978 - accuracy: 0.9653
Epoch 49: saving model to ./checkpoints/InceptionV3_model_weights.h5
1250/1250 [=====] - 34s 27ms/step - loss: 0.0978 - accuracy: 0.9653 - val_loss: 501.2586 - val_accuracy: 0.3744
Epoch 50/50
```

Figura 8.14: Treino do modelo baseado em *InceptionV3*

## Capítulo 9

# Conclusão

Segundo os testes de mundo real realizados por ambos os autores do presente relatório sugerem que, apesar de não termos estatísticas sobre estes testes, a aplicação aparenta estar funcional tal como os resultados expressos nas figuras 8.14, 8.12 8.13 a precisão obtida em treino e validação também sugerem um bom desempenho da aplicação.

Com este projecto ambos pusemos em prática técnicas e conhecimentos ensinados em cadeiras prévias e deste semestre relacionados com *Java*, *Android* e *Machine Learning*, também permitiu ter uma noção mais visual dos impactos de reciclar, que a nos motivou mais ao ver impacto quantitativo.



# Bibliografia

- [Aga21] AgaMiko. *Waste datasets review*. <https://github.com/AgaMiko/waste-datasets-review>. Consultado em 2022/1/10. 2021 (citado na página 47).
- [asd19] asdasdasdasdas. *Garbage Classification*. <https://www.kaggle.com/asdasdasdasdas/garbage-classification>. Consultado 2022/1/10. 2019 (citado nas páginas 46, 47).
- [Coe20] Abel Coentrão. *"Reciclagem de Pilhas"*. <https://www.publico.pt/2020/09/09/sociedade/noticia/reciclagem-pilhas-baterias-continua-aquem-metas-portugal-1930999>. Consultado N.A. 2020 (citado na página 11).
- [Cru13] Camila Oliveira da Cruz. *"Reciclagem de Papel"*. <https://www.infoescola.com/ecologia/reciclagem-de-papel/>. Consultado N.A. 2013 (citado na página 10).
- [Del19] Gabriel Enrique De-la-Torre. «Microplastics: an emerging threat to food security and human health». Em: (2019). Consultado em 2021/11/14 (citado na página 7).
- [Goo11] Google. *Firebase*. <https://firebase.google.com>. Consultado em 2021/11/9. 2011 (citado na página 39).
- [Goo22a] Google. *ML-Kit*. <https://developers.google.com/ml-kit/>. Consultado em 2021/11/9. 2022 (citado na página 43).
- [Goo22b] Google. *Scan Barcodes with ML Kit on Android*. <https://developers.google.com/ml-kit/vision/barcode-scanning/android>. Consultado em 2021/12/10. 2022 (citado na página 43).
- [Jok18] Tiago Jokura. *"Vidro soterrado e Plástico no Mar"*. <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quanto-tempo-leva-para-nossas-coisas-se-decomporem/>. Consultado N.A. 2018 (citado na página 9).
- [L M11] A. P. d. L. M. - Associação Portuguesa do Lixo Marinho. *Lixo Marinho, "Vidro do mar"*. <https://www.aplixomarinho.org/lixomarinho>. Consultado N.A. 2011 (citado nas páginas 9, 10).

- [Mel18] Sara de Melo Rocha. *"Plástico no Mar"*. <https://www.tsf.pt/sociedade/ambiente/portugal-e-o-primeiro-pais-a-sofrer-consequencias-do-lixo-no-mediterraneo-9421626.html>. Consultado N.A. 2018 (citado na página 9).
- [Moe20] MoezAbid. *Bottles and Cans Images*. <https://www.kaggle.com/moezabid/bottles-and-cans>. Consultado 2022/1/10. 2020 (citado nas páginas 46, 47).
- [Nat19] NatGeo. *Consumo de Plástico em Portugal: Estamos no Bom Caminho?* <https://www.natgeo.pt/planeta-ou-plastico/2019/02/consumo-de-plastico-em-portugal-estamos-no-bom-caminho>. Consultado N.A. 2019 (citado na página 7).
- [ONU19] ONU. *"Plástico no Mar (ONU)"*. <https://news.un.org/pt/story/2019/05/1671451>. Consultado N.A. 2019 (citado na página 10).
- [Par17] Laura Parker. *"Reciclagem do Plástico"*. <https://www.natgeo.pt/planeta-ou-plastico/2017/08/91-chocante-percentagem-de-plastico-que-nao-e-reciclado>. Consultado N.A. 2017 (citado na página 9).
- [Rec09] CERV - Associação de Reciclagem dos Resíduos de Embalagens de Vidro. *Reciclagem do vidro*. <http://cerv.pt/reciclagem-do-vidro/>. Consultado N.A. 2009 (citado na página 8).
- [Ten22a] Tensorflow. *Image classification*. <https://www.tensorflow.org/tutorials/images/classification>. Consultado em 2022/1/14. 2022 (citado na página 47).
- [Ten22b] Tensorflow. *Transfer Learning*. [https://www.tensorflow.org/tutorials/images/transfer\\_learning](https://www.tensorflow.org/tutorials/images/transfer_learning). Consultado em 2022/1/15. 2022 (citado na página 47).
- [Ver12] Sociedade Ponto Verde. *Recicla - Sociedade Ponto Verde*. [https://www.pontoverde.pt/assets/docs\\_recicla/recicla201211081352395449.pdf](https://www.pontoverde.pt/assets/docs_recicla/recicla201211081352395449.pdf). Consultado N.A. 2012 (citado na página 7).
- [Wik11] Wikipédia. *Reciclagem do vidro*. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Reciclagem\\_de\\_vidro](https://pt.wikipedia.org/wiki/Reciclagem_de_vidro). Consultado N.A. 2011 (citado nas páginas 9, 10).

# Apêndices





## Apêndice I

# Codigo Python utilizado para treinar modelos de reconhecimento de objectos

```
1 from keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
2 from keras.models import Sequential
3 from keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D, Activation, Dropout,
  Flatten, Dense
4 from keras import backend as K
5 import tensorflow as tf
6
7 train_data_dir='bottledata/'
8 img_height, img_width = 224, 224
9 nb_train_samples = 2000
10 nb_validation_samples = 400
11 epochs = 50
12 nbatch = 16
13
14 img_shape = (3, img_width, img_height) if K.image_data_format() == '
  channels_first' else (img_width, img_height, 3)
15
16
17 train_datagen = ImageDataGenerator(
18     rescale=1./255,
19     shear_range=0.2,
20     zoom_range=0.2,
21     validation_split=0.2,
22     horizontal_flip=True
23 )
24
25 valid_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255, validation_split
  =0.2)
```

## I. CODIGO PYTHON UTILIZADO PARA TREINAR MODELOS DE RECONHECIMENTO DE OBJECTOS

---

```
26 test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255)
27
28 train_gen = train_datagen.flow_from_directory(
29     train_data_dir,
30     seed=123,
31     target_size=(img_width, img_height),
32     batch_size=batch_size,
33     class_mode='categorical'
34 )
35
36 valid_gen = valid_datagen.flow_from_directory(
37     train_data_dir,
38     target_size=(img_width, img_height),
39     subset="validation",
40     seed=123,
41     batch_size=batch_size,
42     class_mode='categorical'
43 )
44
45 model = Sequential()
46 model.add(Conv2D(32, 2, input_shape=img_shape, activation='relu'))
47 model.add(MaxPooling2D())
48 model.add(Conv2D(32, 2, activation='relu'))
49 model.add(MaxPooling2D())
50 model.add(Conv2D(64, 2, activation='relu'))
51 model.add(MaxPooling2D())
52 model.add(Flatten())
53 model.add(Dense(128, activation='relu'))
54 model.add(Dropout(0.5))
55 model.add(Dense(9, activation='softmax'))
56
57 model.compile(
58     loss='categorical_crossentropy',
59     optimizer='adam',
60     metrics=['accuracy']
61 )
62
63 model.fit(
64     train_gen,
65     steps_per_epoch=(nb_train_samples // batch_size),
66     epochs=epochs,
67     validation_data=valid_gen,
68     validation_steps=(nb_validation_samples // batch_size)
69 )
70
71 model.save('keras_model.h5')
72 converter = tf.lite.TFLiteConverter.from_keras_model(model)
73 converter.optimizations = [tf.lite.Optimize.DEFAULT]
74 tflite_model = converter.convert()
```

---

```
75  
76 with open('model_size.tflite', 'wb') as f:  
77     f.write(tflite_model)
```

Listagem I.1: Código para treinar a primeira rede implementada com o *dataset bottledata*.

```
1 import matplotlib.pyplot as plt  
2 import numpy as np  
3 import PIL  
4 import tensorflow as tf  
5 from keras import layers  
6 from keras.layers import Dense, Flatten, Dropout  
7 from keras.models import Sequential  
8 from keras.optimizers import adam_v2  
9 import pathlib  
10 import os  
11  
12 img_height=224  
13 img_width=224  
14 batch_size=8  
15  
16 data_path = 'bottledata'  
17 data_dir = pathlib.Path(data_path)  
18  
19 train_ds = tf.keras.preprocessing.image_dataset_from_directory(  
20     data_dir,  
21     validation_split=0.2,  
22     subset="training",  
23     seed=123,  
24     image_size=(img_height, img_width),  
25     label_mode='categorical',  
26     batch_size=batch_size  
27 )  
28  
29 val_ds = tf.keras.preprocessing.image_dataset_from_directory(  
30     data_dir,  
31     validation_split=0.2,  
32     subset="validation",  
33     seed=123,  
34     image_size=(img_height, img_width),  
35     label_mode='categorical',  
36     batch_size=batch_size  
37 )  
38  
39 resnet_model = Sequential()  
40  
41 pretrained_model= tf.keras.applications.ResNet50(include_top=False,  
42     input_shape=(224,224,3),
```

## I. CODIGO PYTHON UTILIZADO PARA TREINAR MODELOS DE RECONHECIMENTO DE OBJECTOS

```
43     pooling='avg', classes=9,
44     weights='imagenet'
45 )
46
47 for layer in pretrained_model.layers:
48     layer.trainable=False
49
50 resnet_model.add(pretrained_model)
51 resnet_model.add(Dropout(0.5))
52 resnet_model.add(Flatten())
53 resnet_model.add(Dense(512, activation='relu'))
54 resnet_model.add(Dense(len(os.listdir(data_path)), activation='softmax'
55     ))
56
57 resnet_model.compile(
58     optimizer=adam_v2.Adam(learning_rate=0.001),
59     loss='categorical_crossentropy',
60     metrics=['accuracy']
61 )
62
63 history = resnet_model.fit(train_ds, validation_data=val_ds, epochs
64     =15)
65
66 resnet_model.save('resnet_model')
67
68 converter = tf.lite.TFLiteConverter.from_keras_model(resnet_model)
69 converter.optimizations = [tf.lite.Optimize.DEFAULT]
70 tflite_model = converter.convert()
71
72 with open('trained_resnet50.tflite', 'wb') as f:
73     f.write(tflite_model)
```

Listagem I.2: Código para treinar um modelo baseado em *ResNet50* com o *dataset bottledata*.

```
1 from keras.applications.inception_v3 import InceptionV3,
2   preprocess_input
3 from keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
4 from keras.layers import Dense, Activation, Flatten, Dropout
5 from keras.models import Sequential, Model
6 from keras.optimizers import sgd_experimental, adam_v2
7 from keras.callbacks import ModelCheckpoint
8 import tensorflow as tf
9 import matplotlib.pyplot as plt
10 import os
11
12 TRAIN_DIR = "bottledata"
13 HEIGHT = 224
14 WIDTH = 224
```

---

```

14 BATCH_SIZE = 8
15 #NUM_EPOCHS = 10 # probably too low
16 NUM_EPOCHS = 50 # probably too high
17 #num_train_images = 1000
18 num_train_images = 2000
19 #num_train_images = 10000
20 #num_train_images = 100000
21 class_list = os.listdir(TRAIN_DIR)
22 FC_LAYERS = [1024, 1024]
23 dropout = 0.5
24
25
26 base_model = InceptionV3(weights='imagenet',
27     include_top=False,
28     input_shape=(HEIGHT, WIDTH, 3)
29 )
30
31 train_datagen = ImageDataGenerator(
32     preprocessing_function=preprocess_input,
33     rotation_range=90,
34     horizontal_flip=True,
35     vertical_flip=True,
36     shear_range=0.2,
37     zoom_range=0.2,
38 )
39
40 valid_datagen = ImageDataGenerator(
41     rotation_range=90,
42     horizontal_flip=True,
43     vertical_flip=True,
44     shear_range=0.2,
45     zoom_range=0.2,
46 )
47
48 valid_generator = tf.keras.preprocessing.image_dataset_from_directory(
49     TRAIN_DIR,
50     validation_split=0.2,
51     subset="validation",
52     seed=123,
53     batch_size=BATCH_SIZE,
54     label_mode='categorical',
55     image_size=(HEIGHT, WIDTH)
56 )
57
58
59 train_generator = train_datagen.flow_from_directory(
60     TRAIN_DIR,
61     target_size=(HEIGHT, WIDTH),
62     batch_size=BATCH_SIZE,

```

## I. CODIGO PYTHON UTILIZADO PARA TREINAR MODELOS DE RECONHECIMENTO DE OBJECTOS

---

```
63     class_mode='categorical',
64     shuffle=True
65 )
66
67
68 def build_finetune_model(base_model, dropout, fc_layers, num_classes):
69     for layer in base_model.layers:
70         layer.trainable = False
71
72     x = base_model.output
73     x = Flatten()(x)
74     for fc in fc_layers:
75         x = Dense(fc, activation='relu')(x)
76         x = Dropout(dropout)(x)
77     predictions = Dense(num_classes, activation='softmax')(x)
78     finetune_model = Model(inputs=base_model.input, outputs=
79                             predictions)
80
81     return finetune_model
82
83 finetune_model = build_finetune_model(base_model,
84                                     dropout=dropout,
85                                     fc_layers=FC_LAYERS,
86                                     num_classes=len(class_list))
87 )
88
89 finetune_model.compile(
90     adam_v2.Adam(learning_rate=0.00001),
91     loss='categorical_crossentropy',
92     metrics=['accuracy']
93 )
94
95 filepath="./checkpoints/" + "InceptionV3" + "_model_weights.h5"
96 checkpoint = ModelCheckpoint(filepath, monitor=["acc"], verbose=1,
97                             mode='max')
98 callbacks_list = [checkpoint]
99
100 history = finetune_model.fit(train_generator, epochs=NUM_EPOCHS,
101                             workers=8,
102                             steps_per_epoch=num_train_images // BATCH_SIZE,
103                             validation_data=valid_generator,
104                             shuffle=True, callbacks=callbacks_list)
105
106 finetune_model.save('inception_model')
107
108 converter = tf.lite.TFLiteConverter.from_keras_model(finetune_model)
109 converter.optimizations = [tf.lite.Optimize.DEFAULT]
110 tflite_model = converter.convert()
```

---

```
109  
110 with open('inception_trained.tflite', 'wb') as f:  
111     f.write(tflite_model)
```

Listagem I.3: Código para treinar a modelo baseado em *InceptionV3*.