

# APP MÓVEL DE MONITORIZAÇÃO DE RECICLAGEM DA COMUNIDADE IPBeja

Ângelo Teresa, Carlos Freitas, Denis Cicau

RELATÓRIO DA FASE DE ANÁLISE DO PROJETO

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

# APP MÓVEL DE MONITORIZAÇÃO DE RECICLAGEM DA COMUNIDADE IPBeja

**Ângelo Teresa, Carlos Freitas, Denis Cicau**

RELATÓRIO DA FASE DE ANÁLISE DO PROJETO

ORIENTAÇÃO

Doutor Luís Bruno e Doutora Elsa Rodrigues

Beja, Novembro 2025

---

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>7</b>
<b>2 Ano Letivo 2022/2023</b>	<b>8</b>
2.1 Análise inicial do Projeto Anterior(21/22) . . . . .	8
2.2 Migração Tecnológica . . . . .	8
2.3 Alterações na Base de Dados . . . . .	9
2.4 Alterações Implementadas . . . . .	9
2.5 Testes e Validação . . . . .	14
2.6 Trabalhos Futuros . . . . .	15
<b>3 Ano Letivo 2023/2024</b>	<b>16</b>
3.1 Análise inicial do projeto anterior(22/23) . . . . .	16
3.2 Implementação . . . . .	18
3.3 Conclusão e trabalho futuro . . . . .	20
<b>4 Ano Letivo 2024/2025</b>	<b>21</b>
4.1 Análise do projeto anterior(23/24) . . . . .	21
4.2 Sugestões de melhoria e implementação . . . . .	21
4.3 Conclusão e trabalhos futuros . . . . .	24
<b>5 Testes e Avaliação Funcional da Aplicação</b>	<b>25</b>
5.1 Avaliação Funcional das Versões da Aplicação . . . . .	25
5.2 Análise Comparativa: Versões 2022/2023 e 2023/2024 . . . . .	26
5.3 Análise Comparativa: Versões 2023/2024 e 2024/2025 . . . . .	28
5.4 Conclusão Final da Análise das Versões . . . . .	39
<b>6 Conclusão</b>	<b>40</b>

---

<b>7</b>	<b>Caracterização do Ambiente, Objetivos de Amostragem e Locais de Teste</b>	<b>41</b>
7.1	Caracterização do ambiente digital . . . . .	41
7.2	Número e perfil dos utilizadores . . . . .	42
7.3	Objetivos de amostragem . . . . .	42
7.4	Local de realização dos testes . . . . .	43
<b>8</b>	<b>Questionário de Satisfação do Utilizador da ReciclaApp</b>	<b>44</b>
8.1	Objetivo . . . . .	44
8.2	Escala de Resposta . . . . .	44
8.3	Instrumentos Utilizados . . . . .	45
8.4	URL do Questionário . . . . .	45
<b>9</b>	<b>Questionário de Avaliação da Aplicação ReciclaApp</b>	<b>46</b>
9.1	Objetivo . . . . .	46
9.2	Escala de resposta . . . . .	47
9.3	Modelo . . . . .	47

---

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Não Reconhecimento do Código de Barras. ....	11
<b>Figura 2</b>	Sugestão de Código de Barras. ....	11
<b>Figura 3</b>	Responsividade Melhorada. ....	12
<b>Figura 4</b>	Interface Percentagem de Reciclagem das Escolas ....	13
<b>Figura 5</b>	Documentos de Testes ....	14
<b>Figura 6</b>	Interface de validação de códigos de barras sugeridos pelo reciclador ....	19
<b>Figura 7</b>	Interface de estatísticas do administrador com filtros personalizados ....	20
<b>Figura 8</b>	Interface de registo de reciclagem ....	23
<b>Figura 9</b>	Interface da página principal do reciclador ....	23
<b>Figura 10</b>	Página inicial do administrador - versão 2022/2023 ....	26
<b>Figura 11</b>	Página inicial do administrador - versão 2023/2024. ....	27
<b>Figura 12</b>	Página inicial do reciclador - versão 2023/2024. ....	29
<b>Figura 13</b>	Página inicial do reciclador - versão 2024/2025. ....	30
<b>Figura 14</b>	Introduzir Reciclagem - versão 2023/2024. ....	31
<b>Figura 15</b>	Introduzir Reciclagem - versão 2024/2025 ....	32
<b>Figura 16</b>	Sugerir Código - versão 2023/2024 ....	33

---

<b>Figura 17</b>	Sugerir Código - versão 2024/2025 .....	34
<b>Figura 18</b>	Reciclagens Feitas - versão 2023/2024 .....	35
<b>Figura 19</b>	Reciclagens Feitas - versão 2024/2025 .....	36
<b>Figura 20</b>	Aceitar Código de Barras - versão 2023/2024. ....	37
<b>Figura 21</b>	Aceitar Código de Barras - versão 2024/2025 .....	38

---

## CAPÍTULO I

# INTRODUÇÃO

---

O principal objetivo do projeto “IPB Recicla” é incentivar a participação na reciclagem na comunidade do IPBeja, monitorizando a reciclagem através de uma aplicação móvel e disponibilizando dados estatísticos sobre o impacto ambiental na sociedade. Esta aplicação tem como objetivo educar e facilitar a reciclagem dos alunos, docentes e funcionários do IPBeja. Além disso, procura fornecer uma forma fácil de registar a reciclagem efetuada e observar o progresso da comunidade. A análise inicial centra-se na revisão do trabalho realizado em projetos anteriores e na identificação de limitações e áreas para uma possível melhoria. Encontraram-se problemas de usabilidade no sistema de reconhecimento de objetos, como botões extra e erros gramaticais. A interface também possui limitações no acesso às estatísticas de poupança e na gestão de códigos de barras, que foram resolvidas no pedido de melhoria.

---

## CAPÍTULO 2

### ANO LETIVO 2022/2023

---

#### 2.1 ANÁLISE INICIAL DO PROJETO ANTERIOR(21/22)

Foi realizado pelo grupo de alunos a avaliação da continuidade do projeto, começando pela análise detalhada do relatório e da aplicação do ano (21/22). Com a consequente validação, passaram para a fase de migração, aprimoramento e implementação de novas funcionalidades e melhorias de interface.

#### 2.2 MIGRAÇÃO TECNOLÓGICA

O código apresentado no relatório anterior constatava que o projeto (21/22) havia sido realizado na linguagem Java, e os alunos decidiram migrar para a linguagem Kotlin devido às suas vantagens, como a simplificação do código e a obtenção de uma estrutura mais simples e eficiente. A migração foi realizada com o auxílio do Android Studio, que possui uma ferramenta integrada para converter código Java em Kotlin. Após essa tentativa inicial de conversão, foi necessário realizar ajustes manuais para garantir que o código convertido funcionasse corretamente, incluindo a criação de fragmentos para cada interface e a diferenciação entre as classes de interface para utilizadores comuns e administradores.



## 2.3 ALTERAÇÕES NA BASE DE DADOS

O grupo teve que realizar uma nova ligação á base de dados Firebase (Goob) e foi decidido manter a base de dados do projeto anterior devido a facilidade de integrações entre a firebase e Android, bem como a quantidade de dados já existentes relativos ao código de barras já existentes. A estrutura da base de dados foi mantida mas não foram utilizadas algumas coleções e foram adicionadas novas coleções para suportar as novas funcionalidades da aplicação.

## 2.4 ALTERAÇÕES IMPLEMENTADAS

Foram implementadas algumas alterações e melhorias na aplicação, nomeadamente:

### 2.4.1 RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE OBJETOS

O grupo verificou que o reconhecimento de objetos apresentava alguns problemas, pois a aplicação não conseguia identificar corretamente certos objetos. Isso acontecia porque o sistema processava o código de barras apenas após a fotografia ser tirada, o que, por vezes, levava à necessidade de tirar várias fotos. Para resolver esse problema, foi implementado o sistema de ML Kit da Google, que permite o reconhecimento automático de objetos em tempo real através da câmara do telemóvel, utilizando a API CameraView. Para implementar essa API, foi utilizado um sistema de processamento de frames, possibilitando o uso do scanner em todos os frames capturados pela câmara.

### 2.4.2 ADIÇÃO DE CÓDIGOS DE BARRAS

No início do processo, o grupo optou por manter a funcionalidade de adicionar códigos de barras pelos utilizadores, mas verificou-se que o sistema ficaria suscetível a erros que estes poderiam cometer, como a inserção de dados incorretos relativos ao objeto. Com a sugestão dos docentes orientadores, o grupo decidiu implementar um sistema de validação por parte do administrador, onde os utilizadores poderiam adicionar os dados referentes ao código de barras e o administrador teria a possibilidade de validar ou rejeitar o código. Para isso, foi criada uma flag na base de dados chamada "isActive", que por defeito é falsa, passando a verdadeira quando o administrador valida o código de barras.



**Figura 1**  
*Não Reconhecimento do Código de Barras*



**Figura 2**  
*Sugestão de Código de Barras*

### 2.4.3 RESPONSABILIDADE DO MENU E INTERFACES

O grupo tentou resolver alguns problemas de responsividade que existiam em alguns ecrãs mais pequenos e baixas resoluções, alguma parte das interfaces ficavam cortadas ou desajustadas. Foram usados alguns metodos dos layouts do Android como a vertical e horizontal chain para melhorar a responsividade da aplicação. Foram realizadas novas melhorias, incluindo a adição da contextualização para o utilizador conseguir entender melhor a sua reciclagem. Também foi melhorada a interface que exhibe a percentagem de reciclagem de cada escola, apresentando métricas como a quantidade de objetos reciclados, energia poupada e mais indicadores relevantes. Foram também alterados os textos informativos sobre o tipos de reciclagem e alguns botões da página inicial para melhorar a experiência do utilizador.

Exemplo de responsividade / interfaces melhoradas:



**Figura 3**  
*Responsividade Melhorada*

## 2.4. Alterações Implementadas



**Figura 4**  
*Interface Percentagem de Reciclagem das Escolas*

## 2.5 TESTES E VALIDAÇÃO

Foram realizados testes funcionais e de usabilidade para validar as alterações implementadas.

Documentos das tarefas a realizar:

**Testes de Utilizadores**  
**Projeto Integrado - IPBeja Recicla App**

**Tarefas a realizar:**

1ª Tarefa: Iniciar sessão na aplicação com as seguintes credenciais:  
E-mail: 17646@stu.ipbeja.pt  
Palavra-passe: 1234567

2ª Tarefa: Indique quantos milhões de garrafas de plástico são consumidas anualmente em Portugal?  
Resposta: \_\_\_\_\_  
[Voltar ao menu inicial](#)

3ª Tarefa: Registe a reciclagem de uma garrafa de água de 1,5lt.

4ª Tarefa: Registrar uma nova reciclagem de 2 garrafas de água de 1,5lt.

5ª Tarefa: Qual a quantidade de energia poupada pelo impacto das reciclagens na Escola Superior de Educação?  
Resposta: \_\_\_\_\_

**Figura 5**  
*Documentos de Testes*

O grupo concluiu que a aplicação está funcional e pronta para ser utilizada pelos utilizadores, tendo a aplicação sido bem recebida pelos utilizadores durante os testes de usabilidade.

## 2.6 TRABALHOS FUTUROS

O grupo sugere que futuros trabalhos possam focar se na implementação da funcionalidade da parte do administrador, que permita a gestão dos código de barras sugeridos pelos utilizadores e podendo ainda ser melhorado o sistema de reconhecimento de objetos.

---

## CAPÍTULO 3

### ANO LETIVO 2023/2024

---

#### 3.1 ANÁLISE INICIAL DO PROJETO ANTERIOR(22/23)

O grupo de alunos iniciou com a análise do relatório e da aplicação desenvolvida no ano letivo anterior (22/23). Após uma avaliação foram verificadas algumas limitações e erros, o sistema continha 2 utilizadores, o reciclador que estão incluídos estudantes, docentes, funcionários do IpBeja e o administrador que é o responsável pela gestão da aplicação mas não tinha assim tantas funções, foram identificados os casos de uso tanto do reciclador como do administrador.

##### 3.1.1 LIMITAÇÕES DO SISTEMA

O sistema apresentava várias limitações. As estatísticas geradas eram ineficazes, pois baseavam-se apenas no tipo de material reciclado e não no volume reciclado — um garrafão era contabilizado da mesma forma que uma simples garrafa de plástico. Além disso, o sistema de gestão do administrador não permitia gerir os códigos de barras sugeridos pelos recicladores. Na área de administração, a página de estatísticas também não permitia deixar filtros em branco para visualizar dados de categorias específicas. Verificou-se ainda que o sistema de reconhecimento de objetos apresentava uma taxa de sucesso reduzida, uma vez que não conseguia detetar o volume dos objetos e, por vezes, classificava objetos de plástico como sendo de vidro, resultando em erros. Foram igualmente identificadas funcionalidades redundantes na interface, como o botão “voltar



atrás”, e a apresentação de informações gerais sobre reciclagem em vez de dados específicos sobre a reciclagem realizada pelo utilizador. O sistema apresentava também diversos erros gramaticais.

### 3.1.2 SUGESTÕES DE MELHORIA

Foi primeiramente realizada uma análise de sistemas semelhantes no mercado como a aplicação ”Acerta e Recicla”e foram registadas possíveis melhorias, a mudança do nome do botão ”A que equivalem”para ”Referências”para uma melhor compreensão da sua função, a remoção de botões de navegação redundantes como o ”Voltar Atrás”, implementação da interface do administrador com a gestão dos códigos de barras sugeridos pelos recicadores, mudança do sistema de reconhecimento de objetos por frames para vídeo, implementação de um sistema de recompensas para incentivar a participação dos utilizadores, entre outras melhorias.

### 3.1.3 CRIAÇÃO DE NOVOS CASOS DE USO

O grupo optou por desenvolver novos casos de uso para o sistema, incluindo a visualização das recompensas disponíveis, consulta detalhada de cada recompensa, partilha de conquistas nas redes sociais, adição e validação de códigos de barras por parte do administrador e visualização dos totais de reciclagem na página de estatísticas de poupança.

### 3.1.4 ANÁLISE DA BASE DE DADOS PARA RECONHECIMENTO DE CÓDIGO DE BARRAS

Os alunos realizaram uma análise da base de dados para identificar a melhor forma de aumentar o número de códigos de barras. Depois de pesquisarem em datasets públicos, decidiram manter o reconhecimento de códigos de barras através de frames, devido à complexidade de implementação, à falta de tempo para o desenvolvimento do projeto e à ausência de um administrador dedicado para gerir os códigos sugeridos pelos recicladores em tempo integral. Estudaram os códigos de barras para compreender o seu significado e definiram critérios para a seleção da base de dados, incluindo a associação do código ao objeto, o nome ou descrição do objeto, a capacidade e

o tipo de material do objeto. Como resultado, escolheram a base de dados OpenFoodFacts, uma plataforma open source com mais de um milhão de produtos, que satisfazia todos os critérios definidos.

## 3.2 IMPLEMENTAÇÃO

Os alunos realizaram a manipulação do código necessária para implementar as melhorias sugeridas, bem como utilizaram programas externos para efetuar o backup e o carregamento de dados na base de dados. Essas implementações foram realizadas utilizando o Android Studio e a ferramenta de controlo de versões GitHub. Para o backup, recorreram ao Node.js, enquanto para a transformação dos dados do dataset OpenFoodFacts utilizaram o Excel e scripts em Python.

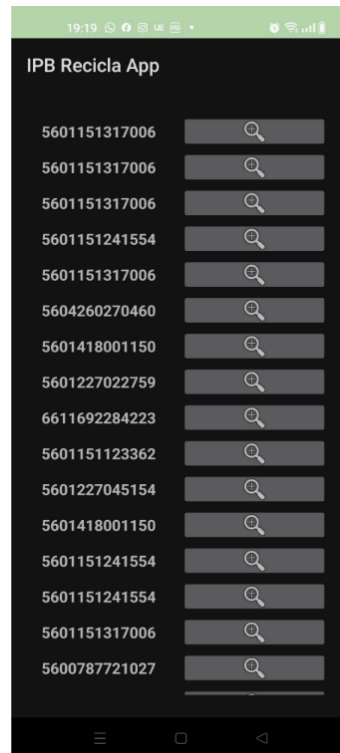
### 3.2.1 CARREGAMENTO EM LOTE DA BASE DE DADOS EM CÓDIGO DE BARRAS

Os alunos realizaram uma pesquisa na API do OpenFoodFacts, filtrando exclusivamente produtos portugueses. Em seguida, exportaram os dados para o Excel, onde procederam à limpeza e formatação, removendo colunas desnecessárias e corrigindo erros com o auxílio de um script em Python. Posteriormente, utilizaram o Node.js para efetuar um backup da base de dados e, com o suporte da ferramenta FireFoo, carregaram os dados em lote para a base de dados.

### 3.2.2 MELHORIAS NA INTERFACE

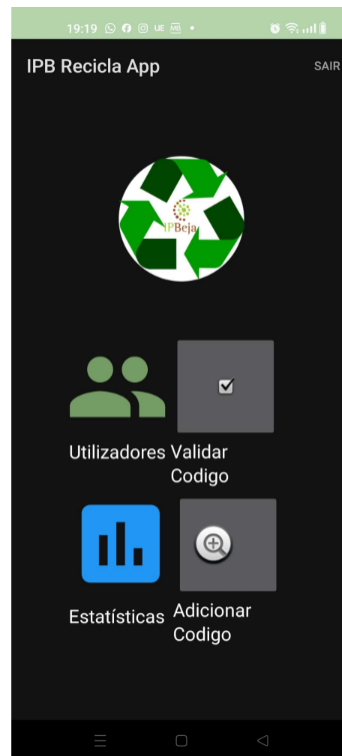
Foram implementadas várias melhorias nas interfaces destinadas ao reciclador e ao administrador. Na interface do reciclador, destacam-se a remoção do botão "Voltar atrás" e a alteração do nome do botão "A que equivalem" para "Referências". Quanto à interface do administrador, as pesquisas de estatísticas foram redesenhadas, permitindo a seleção personalizada dos filtros pretendidos. Além disso, foi criada uma página inicial exclusiva para o administrador e desenvolvida uma interface para a gestão dos códigos de barras sugeridos pelos recicladores, assim como a funcionalidade de adição manual de códigos por parte do administrador.

Algumas Interfaces melhoradas / adicionadas:



**Figura 6**

*Interface de validação de códigos de barras sugeridos pelo reciclador*

**Figura 7**

*Interface de estatísticas do administrador com filtros personalizados*

### 3.3 CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Os alunos chegaram à conclusão de que as modificações e adições pertinentes à aplicação foram realizadas, cumprindo quase todos os pontos propostos no início do projeto. Ficou apenas por implementar o sistema de recompensas, devido à sua complexidade e ao tempo limitado disponível para o desenvolvimento.

Para trabalhos futuros, sugerem a implementação do sistema de recompensas com integração nas redes sociais, como o Facebook e o Twitter, bem como a funcionalidade para que a lista de códigos de barras na interface "Validação de código de barras" seja atualizada automaticamente.

---

## CAPÍTULO 4

### ANO LETIVO 2024/2025

---

#### 4.1 ANÁLISE DO PROJETO ANTERIOR(23/24)

Os alunos iniciaram a análise do relatório e da aplicação desenvolvida no ano letivo anterior (23/24). Analisaram os casos de Uso implementados, a base de dados e tanto as funcionalidades como as interfaces da aplicação. Retiraram algumas conclusões sobre o trabalho realizado principalmente no que diz respeito às interfaces que consideraram que poderiam ser melhoradas em termos de usabilidade e experiência do utilizador.

#### 4.2 SUGESTÕES DE MELHORIA E IMPLEMENTAÇÃO

Os alunos sugeriram algumas melhorias e procederam para a sua implementação. Como a otimização da base de dados Firestore, inserção de scripts para a filtragem e obtenção de imagens dos produtos permitindo assim uma expansão significativa da base de dados. Alterações na interface da página principal e no sistema de navegação da aplicação tornando—a mais intuitiva e simples de utilizar, melhorias no cálculo das emissões e na energia poupada com a reciclagem.

### 4.2.1 NOVA IMPLANTAÇÃO NA BASE DE DADOS FIRESTORE

Na versão anterior da base de dados (23/24), as imagens dos códigos de barras eram armazenadas em cada registo de reciclagem, o que fazia com que cada registo tivesse uma foto diferente do produto reciclado. Para resolver este problema, foi criada uma nova coleção na base de dados, associando a imagem ao código de barras do produto e não ao registo de reciclagem, garantindo assim que cada código de barras possui apenas uma imagem associada.

Além disso, foi desenvolvido um script em Python que filtra os produtos da base de dados OpenFoodFacts e obtém as imagens dos produtos através da API disponibilizada pela plataforma, com foco nos produtos portugueses.

### 4.2.2 ALTERAÇÕES NOS VALORES DE EMISSÕES

Os alunos encontraram na análise que os valores de emissões associados a cada tipo de material reciclado não estavam explicitados no relatório anterior (23/24). Decidiram, portanto, atualizá-los com base em fontes mais recentes, recorrendo a sites de organizações confiáveis. Para maior precisão, começaram a utilizar valores médios para os materiais reciclados, reconhecendo que, por exemplo, uma garrafa de 1,5 litros pode não ter sempre o mesmo peso.

### 4.2.3 MELHORIAS NA INTERFACE E NAVEGAÇÃO

Foram realizadas melhorias na interface em ajuste a experiência do utilizador, nomeadamente no registo da reciclagem, em que os alunos optaram por retirar o reconhecimento automático dos objetos, por considerarem pouco fiável. Assim o utilizador tira a foto ao produto e insere manualmente o código de barras, fazendo o registo todo manualmente como podemos ver na figura a baixo.

IPBeja Recicla

Código de Barras não encontrado

**Sugerir Código de Barras**

Capturar fotografia do produto

Código de Barras

4036113821030

Tipo de Material

Selecionar o tipo de Reciclagem

Objeto a Reciclar

Nome do Objeto

Capacidade

Capacidade Litros

CONFIRMAR

**Figura 8**  
*Interface de registo de reciclagem*

Foram efetuadas melhorias na página principal da aplicação, tanto na área do administrador como na do reciclador. O ecrã dedicado apenas à navegação foi removido; agora, após o login, o reciclador é direcionado para uma página que apresenta a lista das suas reciclagens e os totais de emissões poupadas. Por sua vez, o administrador é encaminhado diretamente para a página de gestão dos pedidos de inserção de códigos de barras sugeridos pelos recicladores.

IPBeja Recicla

Código de Barras: 5601045105900  
Serra da Estrela - Água de Nascente  
200.0 ml - Plástico

ACEITAR REJEITAR

Código de Barras: 5601312604075  
Lanços de Papel Mentolados  
100 ml - Plástico

ACEITAR REJEITAR

Código de Barras: 5607047016558  
Cajus - Pingo doce  
200 ml - Plástico

IPBeja Recicla

MEU IMPACTO COMUNIDADE

Reciclagens: 5  
Energia Poupada: 0,19 kWh

CO2 Absorvido: 0,15 kg  
Petróleo Poupada: 0,02 l

REFERÊNCIAS

Jóia de Maça

Energia Poupada: 0,1125 kWh  
Petróleo Poupada: 0,009 l  
CO2 Absorvido: 0,09 kg

Cajus - Pingo doce

Energia Poupada: 0,015 kWh  
Petróleo Poupada: 0,0012 l  
CO2 Absorvido: 0,012 kg

**Figura 9**  
*Interface da página principal do reciclador*

Foram também efetuadas melhorias na navegação da aplicação, incluindo a implementação de um menu inferior com as principais funcionalidades, tornando o percurso do utilizador mais intuitivo e simples. Além disso, foram realizadas alterações no tema da aplicação, mantendo apenas o tema claro (lightTheme), e passou a ser possível visualizar a password no ecrã de login.

## 4.3 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Os alunos concluíram que ainda há melhorias a realizar para tornar a aplicação mais completa e otimizada. Realizaram melhorias na base de dados Firestore, procurando otimizar ao máximo a sua estrutura, além de aprimoramentos na interface e na navegação, tornando a aplicação mais intuitiva e fácil de usar. Também atualizaram os valores das emissões poupadas com a reciclagem.

Para trabalhos futuros, sugerem a implementação de métricas adicionais na base de dados, como litros, mililitros e quilogramas reciclados, a criação de um sistema de recompensas para incentivar a participação dos utilizadores, a unificação das páginas de registo, a integração de ferramentas que possibilitem o reconhecimento automático de objetos com maior precisão e a melhoria geral das interfaces.



---

## CAPÍTULO 5

# TESTES E AVALIAÇÃO FUNCIONAL DA APLICAÇÃO

---

### 5.1 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS VERSÕES DA APLICAÇÃO

Foram avaliadas as três versões da aplicação (2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025). Na comparação inicial entre as versões de 2022/2023 e 2023/2024, verificou-se que a versão de 2023/2024 apresenta uma interface mais eficiente nas funcionalidades de administrador, bem como pequenas melhorias gerais ao nível da interface. Estas conclusões resultam tanto dos testes realizados como da análise apresentada nos capítulos anteriores.

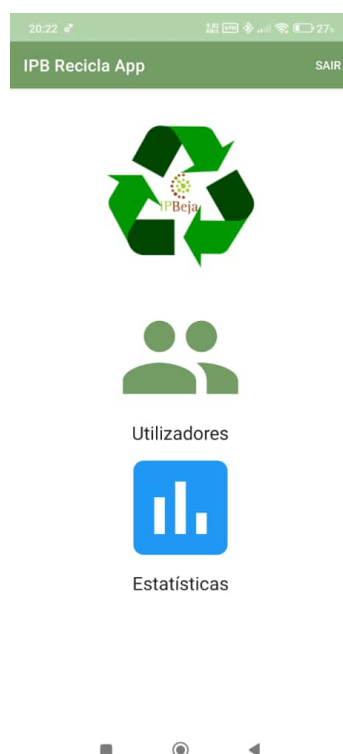
Posteriormente, procedeu-se à comparação entre as versões de 2023/2024 (a melhor versão anterior a 2024/2025) e 2024/2025, constatando-se uma evolução significativa nesta última. A versão 2024/2025 mostrou-se notavelmente mais robusta, destacando-se como a mais completa e estável entre todas as versões avaliadas. Nesta versão, é melhorada significativamente a interface gráfica e a forma como navegamos na aplicação, é melhorada a forma como se introduzem os objetos na base de dados e verificaram-se menos falhas ao utilizá-la.

## 5.2 ANÁLISE COMPARATIVA: VERSÕES 2022/2023 E 2023/2024

Não se verificaram alterações significativas ao nível da interface gráfica entre as duas versões, sendo as modificações mais relevantes focadas no backend, conforme descrito nos capítulos anteriores. Na versão de 2023/2024, destaca-se a introdução de duas novas opções na página inicial do administrador, que não estavam presentes na versão anterior.

### 5.2.1 PÁGINA INICIAL DO ADMINISTRADOR

A próxima figura mostra a página inicial do administrador da versão 2022/2023:



**Figura 10**

*Página inicial do administrador - versão 2022/2023*

A próxima figura mostra a página inicial do administrador da versão 2023/2024 onde podemos observar as duas opções introduzidas nesta versão. "Validar Código", através da qual é apresentada uma lista de todos os códigos de barras submetidos pelos recicladores para aprovação e posterior inserção na base de dados e "Adicionar Código" que permite ao administrador adicionar novos códigos de barras à base de dados, à semelhança do reciclador.



**Figura 11**

*Página inicial do administrador - versão 2023/2024*

## 5.3 ANÁLISE COMPARATIVA: VERSÕES 2023/2024 E 2024/2025

Na versão de 2024/2025, observam-se melhorias significativas ao nível da interface gráfica e da navegação, quando comparada com a versão anterior (2023/2024). Para além da nova base de dados, que agora permite não só receber a fotografia do código de barras mas também a imagem do objeto a reciclar, a interface inclui um novo menu de navegação (conforme referido nos capítulos anteriores) e diversas melhorias gráficas e funcionais.

### 5.3.1 PÁGINA INICIAL E MENU DE NAVEGAÇÃO

A página inicial, que anteriormente tinha os botões das funções a desempenhar por cada utilizador foi substituída, no caso do reciclador, pela página onde consegue ver as suas reciclagens e o seu impacto na reciclagem, e no caso do administrador, a página inicial da versão anterior, foi substituída pela página de aprovação de produtos e os seus respetivos códigos para inserção na base de dados. A navegação entre as diversas opções passou a ser feita através do menu de navegação localizado na parte de baixo do ecrã da aplicação.

Como exemplo, as próximas figuras mostram as diferenças da página inicial do reciclador nas duas versões analisadas.



**Figura 12**  
*Página inicial do reciclador - versão 2023/2024*



**Figura 13**  
*Página inicial do reciclador - versão 2024/2025*

### 5.3.2 INTRODUÇÃO DE RECICLAGEM PELO RECICLADOR

Na secção de introdução da reciclagem, foi removida a opção de reconhecimento de objetos, uma vez que não funcionava conforme esperado nas versões anteriores. Sempre que era selecionada, a aplicação apresentava um erro e encerrava inesperadamente.

As próximas figuras mostram as diferenças da página inicial da reciclagem nas duas versões analisadas.



**Figura 14**

*Introduzir Reciclagem - versão 2023/2024*

Na seguinte figura observa-se que o botão de reconhecimento de objeto foi removido da interface.



**Figura 15**  
*Introduzir Reciclagem - versão 2024/2025*



### 5.3.3 SUGESTÃO DE CÓDIGO PELO RECICLADOR

Na introdução de uma reciclagem por parte do reciclador, caso o código de barras selecionado não exista na base de dados, o utilizador é convidado a sugerir a sua adição, introduzindo os restantes detalhes do produto. Na versão de 2023/2024, não existe opção de fotografar o produto, sendo apenas possível guardar a fotografia do código de barras.

Na versão de 2024/2025, esta funcionalidade foi melhorada com a introdução da opção de anexar uma fotografia do produto na íntegra, o que resultou numa melhoria significativa tanto na apresentação das reciclagens já realizadas ao reciclador como no processo de aprovação de códigos de barras por parte do administrador.

Na próxima figura é possível verificar que não existe opção de tirar fotografia ao produto na versão de 2023/2024 ao sugerir adição de código.

The screenshot shows the 'Sugerir Código de Barras' (Suggest Barcode) screen of the IPB Recicla App. The interface is in Portuguese and includes the following elements:

- Header:** 'IPB Recicla App' in a green bar.
- Title:** 'Sugerir Código de Barras'.
- Information:** An information icon (i) followed by the text: 'Confirme o código de barras e insira as características desse mesmo objeto.' (Confirm the barcode and enter the characteristics of this same object).
- Barcode Input:** A field labeled 'Código de Barras' containing the number '4335619147904'.
- Material Type:** A field labeled 'Tipo de Material' with the placeholder text 'Selecione o tipo de Reciclagem' (Select the type of Recycling).
- Object to Recycle:** A field labeled 'Objeto a Reciclar' with the placeholder text 'Nome do Objeto' (Object Name).
- Capacity:** Two fields: 'Capacidade' (Capacity) with the placeholder 'Selecione uma Capacidade' (Select a Capacity), and 'Litros' (Liters) with a numeric input field.
- Action:** A green button labeled 'CONFIRMAR' (Confirm).

The bottom of the screen shows standard Android navigation icons.

**Figura 16**

*Sugerir Código - versão 2023/2024*

Na seguinte figura observa-se que é possível tirar uma fotografia ao produto além de guardar o código de barras e de diversas melhorias na interface.

The screenshot displays the 'IPBeja Recicla' app interface. At the top, a green header bar contains the text 'IPBeja Recicla'. Below this, a red error message reads 'Codigo de Barras não encontrado'. The main heading is 'Sugerir Código de Barras', followed by the instruction 'Capturar fotografia do produto' and a camera icon. Below these are five input fields: 'Código de Barras' (containing '5607047018910'), 'Tipo de Material' (with a recycling icon and the text 'Selecione o tipo de Reciclagem'), 'Objeto a Reciclar' (with a trash icon and the text 'Nome do Objeto'), and 'Capacidade' (with two sub-fields: 'Capacidade' and 'Litros'). A green 'CONFIRMAR' button is at the bottom. The status bar at the top shows the time as 1:58 and battery level at 22%.

**Figura 17**  
*Sugerir Código - versão 2024/2025*

Na próxima figura é apresentada a página de reciclagens realizadas por parte do reciclador onde se consegue observar a foto do código de barras em cada reciclagem na versão 2023/2024.



**Figura 18**  
*Reciclagens Feitas - versão 2023/2024*

Na figura seguinte, observa-se que, nos itens da lista, é exibida a fotografia do produto.



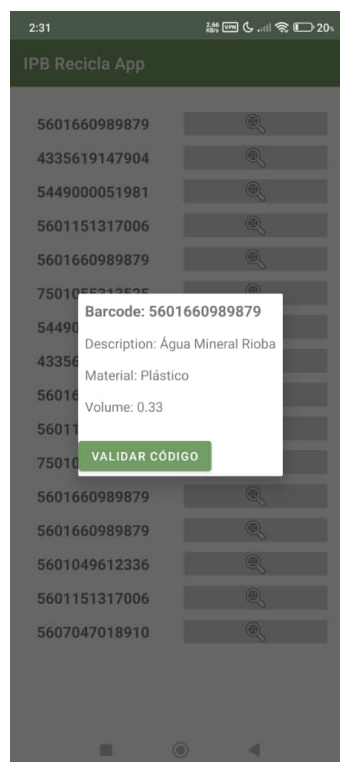
**Figura 19**  
*Reciclagens Feitas - versão 2024/2025*

### 5.3.4 ACEITAÇÃO DE CÓDIGOS DE BARRAS PELO ADMINISTRADOR

Na versão de 2023/2024, na aceitação dos códigos de barras por parte do administrador, apresenta uma lista com apenas os códigos de barras e ao clicar em cada item da lista, apresenta os detalhes do produto, sem foto, e apenas com a presença de um botão de validar e nenhum botão de rejeitar, ficando com uma lista pendente sem poder eliminar os itens dessa lista.

Na versão de 2024/2025, a página de aceitação de códigos de barras a inserir na base de dados, cada item tem a foto do produto, apresenta as unidades das métricas do produto e além de podermos aceitar o código de barras, temos a opção de rejeita-lo, eliminando o produto da lista.

Na próxima figura é possível verificar a lista códigos de barras pendentes de aceitação e os detalhes de um dos produtos.



**Figura 20**  
*Aceitar Código de Barras - versão 2023/2024*

Na seguinte figura observa-se a presença da foto em cada item da lista e uma interface gráfica completamente renovada, com um botão de rejeitar o produto.



**Figura 21**  
*Aceitar Código de Barras - versão 2024/2025*

## 5.4 CONCLUSÃO FINAL DA ANÁLISE DAS VERSÕES

A análise comparativa das versões 2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025 evidencia uma evolução contínua e significativa da aplicação ao longo do tempo. A versão 2022/2023 apresentou uma boa base funcional, posteriormente aprimorada na versão 2023/2024, que integrou melhorias relevantes na interface de administrador, pequenas correções na interface e melhorias ao nível do backend. No entanto, foi na versão 2024/2025 que se observaram as mudanças mais substanciais, tanto ao nível da interface gráfica como na robustez das funcionalidades, na estrutura da base de dados e na estabilidade geral da aplicação.

As melhorias introduzidas, incluindo o novo sistema de navegação, a possibilidade de anexar fotografias completas dos produtos, a otimização dos processos de validação e a redução das falhas operacionais, consolidam esta versão como a mais completa, estável e funcional entre todas as analisadas.

Assim, conclui-se que a versão 2024/2025 é a mais adequada para avançar para fases mais aprofundadas de testes, garantindo melhores condições de avaliação e continuidade de desenvolvimento.

---

## CAPÍTULO 6

## CONCLUSÃO

---

Ao longo dos três anos letivos, o projeto IPB Recicla evoluiu significativamente, passando de uma aplicação funcional básica para uma plataforma robusta, com estrutura de dados otimizada, cálculos ambientais validados e interface moderna. Cada ciclo contribuiu com avanços técnicos e funcionais, consolidando a aplicação como uma ferramenta educativa e ambiental relevante para a comunidade do IPBeja.



---

## CAPÍTULO 7

# CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE, OBJETIVOS DE AMOSTRAGEM E LOCAIS DE TESTE

---

Para o planeamento rigoroso dos testes de campo da aplicação, é fundamental compreender o ambiente onde estes serão realizados, contemplando fatores que influenciam o desempenho e a eficácia da aplicação, como a infraestrutura tecnológica, o perfil dos utilizadores, as condições ambientais e os objetivos de amostragem.

### 7.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DIGITAL

Considerando que a aplicação foi desenvolvida exclusivamente para dispositivos Android, torna-se essencial garantir que os testes considerem a fragmentação do ecossistema Android, que inclui variações significativas nas versões do sistema operativo e tamanhos de ecrã. A definição clara das versões mínimas e alvo suportadas pela aplicação é indispensável para a avaliação do seu desempenho e usabilidade nos dispositivos efetivamente presentes no mercado académico e campus do IPBeja.

Como etapa inicial, serão realizados testes em emuladores do Android Studio, simulando diferentes níveis de API e tamanhos de ecrã para validar a compatibilidade básica, identificar

problemas de layout, desempenho ou falhas. Posteriormente, os testes deverão continuar em dispositivos físicos Android disponíveis no campus (de alunos, docentes e funcionários), assegurando cobertura dos perfis de hardware e software mais representativos do ecossistema Android presente no IPBeja.

## 7.2 NÚMERO E PERFIL DOS UTILIZADORES

Para uma avaliação representativa e abrangente, é importante definir o número e o perfil dos utilizadores que participarão nos testes. A amostra deve refletir a diversidade da comunidade académica do IPBeja, incluindo estudantes de diferentes cursos e anos, docentes com variadas áreas e funcionários. Esta diversidade permitirá recolher feedback rico, refletindo necessidades e experiências distintas.

Idealmente, a amostra deve ter entre 30 a 50 utilizadores, equilibradamente distribuídos entre estudantes, docentes e funcionários. Este tamanho permite obter dados estatisticamente significativos para identificar padrões de utilização, preferências e áreas para melhoria. Deve ainda incluir utilizadores com variados níveis de familiaridade tecnológica, garantindo a avaliação da usabilidade e acessibilidade em múltiplos contextos.

## 7.3 OBJETIVOS DE AMOSTRAGEM

Os principais objetivos de amostragem para os testes de campo visam:

- Avaliar a usabilidade da aplicação em diferentes dispositivos Android, assegurando uma interface intuitiva para todos os utilizadores.
- Medir o desempenho em termos de velocidade, estabilidade e funcionamento sob diversas condições de conectividade.
- Recolher feedback qualitativo e quantitativo sobre a experiência geral, funcionalidades e sugestões.

- Analisar o impacto na promoção da reciclagem no campus, verificando motivação e sensibilização dos utilizadores.
- Identificar bugs e problemas técnicos para correção.
- Compreender as preferências relativas a funcionalidades como notificações, gamificação e integração social.
- Avaliar a aceitação da aplicação, identificando barreiras e estratégias para aumentar o envolvimento.

## 7.4 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS TESTES

Os testes de campo da aplicação serão realizados não apenas no campus do Instituto Politécnico de Beja (IPBeja), mas também em ambientes domésticos, a fim de maximizar a adesão dos utilizadores ao estudo. Permitir que os participantes possam utilizar a aplicação em casa, além dos espaços comuns do campus como bibliotecas, refeitórios ou zonas de lazer, favorece a inclusão de um maior número e diversidade de utilizadores que possam integrá-la mais facilmente em suas rotinas diárias.

Esta abordagem flexível possibilita a avaliação da aplicação em contextos reais e variados, refletindo com maior fidelidade as situações cotidianas de uso e permitindo testar o desempenho da aplicação sob diferentes condições de rede e ambiente. O teste em ambiente doméstico também oferece insights valiosos sobre o comportamento prolongado dos utilizadores e a aceitação da aplicação em situações menos controladas.

Além disso, a possibilidade de realizar testes fora do campus aumenta significativamente a probabilidade de maior engajamento e participação no estudo, reduzindo barreiras logísticas associadas à necessidade de deslocamento e aos horários restritos. Essa expansão do local de teste para ambientes domésticos contribui para obter uma amostra mais representativa e abrangente da comunidade académica, enriquecendo a qualidade do feedback e a robustez da avaliação da aplicação.

---

## CAPÍTULO 8

# QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO DO UTILIZADOR DA RECICLAAPP

---

### 8.1 OBJETIVO

O principal objetivo deste inquérito é avaliar o nível de satisfação dos utilizadores da Recicla-App (professores, estudantes e funcionários do IPBeja), percebendo até que ponto a aplicação responde às necessidades dos utilizadores e identificando aspetos a melhorar.

### 8.2 ESCALA DE RESPOSTA

A maior parte das questões usa uma escala Likert de 5 pontos:

- 1 Discordo totalmente
- 2 Discordo
- 3 Nem concordo nem discordo
- 4 Concordo
- 5 Concordo totalmente

## 8.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Foi também aplicado o System Usability Scale (SUS), composto por 10 afirmações respondidas numa escala de 1 a 5; a pontuação final do SUS é convertida para a escala de 0-100 segundo a metodologia padrão.

## 8.4 URL DO QUESTIONÁRIO

O questionário pode ser acedido através do seguinte link: <https://forms.gle/2bKXGUvXgRwZpfGE9>.

---

## CAPÍTULO 9

# QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO RECICLAAPP

---

### 9.1 OBJETIVO

O principal objetivo deste questionário é perceber como é que professores, docentes e funcionários do IPBeja realmente utilizam a aplicação e o que pensam sobre ela. Interessa-nos saber se a ReciclaApp lhes faz sentido no dia a dia, se é fácil de usar, se ajuda de alguma forma no processo de reciclagem e se existe vontade de continuar a utilizá-la no futuro.

Isto permite reunir informação de forma mais consistente e comparar melhor a experiência dos diferentes utilizadores. As respostas recolhidas são muito importantes para entendermos o que está bem encaminhado e o que ainda precisa de ser melhorado. Estas opiniões ajudam não só a confirmar se as funcionalidades atuais estão a cumprir o que se pretende, mas também a orientar o trabalho futuro. Assim, a aplicação pode ir evoluindo com base em feedback real de quem a utiliza. Para realização do questionário foi usado o GoogleForms.

## 9.2 ESCALA DE RESPOSTA

A maior parte das questões usa uma escala Likert de 5 pontos:

- 1 Discordo totalmente
- 2 Discordo
- 3 Nem concordo nem discordo
- 4 Concordo
- 5 Concordo totalmente

## 9.3 MODELO

O questionário foi elaborado com base no modelo UTAUT<sub>2</sub> (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2), um dos referenciais teóricos mais utilizados para compreender os fatores que influenciam a aceitação e o uso de tecnologias.

Dessa forma, o questionário procura captar de forma abrangente os elementos que determinam a intenção de uso e a adoção efetiva da tecnologia pelos indivíduos, oferecendo uma base sólida para a análise dos resultados.

O questionário pode ser acessado através do seguinte link: <https://forms.gle/2bKXGUvXgRwZpfGE9>

De seguida, é apresentado o questionário, que poderá ser imprimido e que poderá também ser realizado em papel. Este documento encontra-se em anexo ao relatório.

## Questionário de Avaliação da Aplicação ReciclaApp

Idade: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_

Professor \_\_\_\_ Estudante \_\_\_\_ Funcionário \_\_\_\_ (Selecionar com uma cruz)

Por favor, avalie cada afirmação utilizando a escala de 1 a 5.

1 = Discordo totalmente

2 = Discordo

3 = Nem concordo nem discordo

4 = Concordo

5 = Concordo totalmente

### 1. Utilidade Percebida (Perceived Expectancy)

Afirmação		Classificação (1–5)
PE1	A aplicação é útil para apoiar as minhas ações de reciclagem.	
PE2	A aplicação ajuda-me a poupar tempo nas tarefas relacionadas com reciclagem.	
PE3	A aplicação fornece informação útil e atualizada sobre reciclagem.	
PE4	A aplicação melhora o meu desempenho nas atividades de reciclagem.	

### 2. Facilidade de Utilização (Effort Expectancy)

Afirmação		Classificação (1–5)
EE1	Aprender a utilizar a aplicação é fácil.	
EE2	A navegação na aplicação é intuitiva.	
EE3	A aplicação é simples de utilizar no dia a dia.	



### 3. Motivação e Experiência de Uso (Hedonic Motivation)

Afirmação		Classificação (1–5)
HM1	Utilizar a aplicação é uma experiência agradável.	
HM2	As funcionalidades da aplicação tornam o processo de reciclagem mais motivador.	
HM3	Sinto satisfação ao utilizar a aplicação.	

### 4. Confiança e Fiabilidade (Trust and Reliability)

Afirmação		Classificação (1–5)
TR1	Confio que os dados registados pela aplicação são precisos.	
TR2	A aplicação apresenta informação credível sobre impacto ambiental.	
TR3	Sinto-me seguro ao utilizar a aplicação.	

### 5. Influência Social (Social Influence)

Afirmação		Classificação (1–5)
SI1	Pessoas importantes para mim acham que devo utilizar a aplicação.	
SI2	Os meus colegas incentivam a utilização da aplicação.	
SI3	O IPBeja promove o uso da aplicação.	

### 6. Condições de Suporte (Facilitating Conditions)

Afirmação		Classificação (1–5)
FC1	Tenho o equipamento necessário para utilizar a aplicação.	
FC2	Recebo apoio quando tenho dificuldades técnicas.	
FC3	A aplicação funciona corretamente no meu dispositivo.	

### 7. Hábito de Utilização (Habit)

Afirmação		Classificação (1–5)
H1	Usar a aplicação começou a tornar-se um hábito para mim.	
H2	Sinto-me inclinado a utilizar a aplicação regularmente.	
H3	A utilização da aplicação faz parte da minha rotina.	

### 8. Intenção Futura de Utilização (Behavioral Intention)

Afirmação		Classificação (1–5)
BI1	Pretendo continuar a utilizar a aplicação.	
BI2	Planeio usar a aplicação com frequência.	
BI3	Recomendaria a aplicação a outras pessoas.	

### 9. Satisfação (Satisfaction)

Afirmação		Classificação (1–5)
S1	Estou satisfeito com a experiência global de utilização da aplicação.	
S2	A aplicação corresponde às minhas expectativas.	
S3	O design e usabilidade da aplicação são adequados.	