



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE**

**NÍCOLAS MATHEUS RABELO SARAIVA**

**EURECICLO! - APLICATIVO MÓVEL PARA AUXILIAR O PROCESSO DE  
COLETA SELETIVA NA CIDADE DE MORADA NOVA - CEARÁ**

**RUSSAS**

**2021**

NÍCOLAS MATHEUS RABELO SARAIVA

EURECICLO! - APLICATIVO MÓVEL PARA AUXILIAR O PROCESSO DE COLETA  
SELETIVA NA CIDADE DE MORADA NOVA - CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Graduação em Engenharia de  
Software da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial à obtenção do grau de  
bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Me. Daniel Márcio  
Batista Siqueira

RUSSAS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S247e Saraiva, Nícolas Matheus Rabelo.  
EuReciclo! - Aplicativo móvel para auxiliar o processo de coleta seletiva na cidade de Morada Nova - Ceará / Nícolas Matheus Rabelo Saraiva. – 2021.  
46 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia de Software, Russas, 2021.  
Orientação: Prof. Me. Daniel Márcio Batista Siqueira.
1. Resíduos sólidos urbanos. 2. Coleta seletiva. 3. Aplicativo móvel. 4. Meio ambiente sustentável. I. Título.

CDD 005.1

---

NÍCOLAS MATHEUS RABELO SARAIVA

EURECICLO! - APLICATIVO MÓVEL PARA AUXILIAR O PROCESSO DE COLETA  
SELETIVA NA CIDADE DE MORADA NOVA - CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Graduação em Engenharia de  
Software da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial à obtenção do grau de  
bacharel em Engenharia de Software.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Daniel Márcio Batista  
Siqueira (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Rosineide Fernando da Paz  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Patrícia Freitas Campos de Vasconcelos  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, por sempre ter me ensinado a importância da educação. Mãe e pai, obrigado por sempre estarem presentes na minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por sempre estar presente na minha vida.

A minha família, em especial a minha mãe que me impulsionou nos momentos difíceis e de provação, sempre fazendo todo o possível para me permitir realizar esse sonho.

Aos meus amigos, na qual compartilhamos momentos felizes e tristes juntos, apoiando-se sempre uns nos outros.

A minha namorada Vânia, que tornou-se uma pessoa extremamente importante na minha vida, que possamos ser felizes juntos.

Aos meus cachorros, Morena e 22, que em vários momentos difíceis me permitiram rir e esquecer dos problemas.

Ao meu orientador, professor Daniel Siqueira, por me auxiliar a desenvolver este trabalho.

Aos meus professores, do fundamental ao ensino superior, obrigado por compartilhar seus conhecimentos.

Por fim agradeço a todos que contribuíram de forma positiva na minha vida, meu muito obrigado.

“A conduta define o homem.”

(Kingsman - Serviço Secreto)

## RESUMO

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é um fator extremamente importante. Com o aumento populacional e os efeitos da globalização, a produção de RSU e a não coleta adequada desses insumos vem causando sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana. Ao decorrer dos anos, identificou-se que a quantidade de lixo gerada pela população vem aumentando gradualmente. Visto isso, o presente trabalho tem por objetivo aplicar os conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia de Software para desenvolver uma solução tecnológica que possa auxiliar o processo de coleta seletiva de recicláveis. A solução intitulada de "EuReciclo!" trata-se de um aplicativo móvel que será disponibilizado para a população da cidade de Morada Nova - Ceará e que contará com funcionalidades para informar o cidadão sobre as diversas fases do processo de coleta seletiva, além de diversas outras funcionalidades que serão apresentadas no presente trabalho, tornando dessa forma o cidadão em um agente ativo na luta por um meio ambiente mais sustentável e uma vida mais saudável.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos urbanos. Coleta seletiva. Aplicativo móvel. Meio ambiente sustentável.

## **ABSTRACT**

The generation of Urban Solid Waste (MSW) is an extremely important factor. With the increase in population and the effects of globalization, the production of MSW and the inadequate collection of these inputs has been causing serious damage to the environment and human health. Over the years, it was identified that the amount of waste generated by the population has been gradually increasing. In view of this, the present work aims to apply the knowledge acquired in the Software Engineering course to develop a technological solution that can assist the process of selective collection of recyclables. The solution titled EuReciclo! it is a mobile application that will be made available to the population of the city of Morada Nova - Ceará and that will have features to inform the citizen about the various phases of the selective collection process, in addition to several other features that will be presented in this work , thus making the citizen an active agent in the struggle for a more sustainable environment and a healthier life.

**Keywords:** Urban solid waste. Selective collect. Mobile application. Sustainable environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de hierarquia no Flutter . . . . .	18
Figura 2 – Comparação de funcionalidades dos aplicativos relacionados . . . . .	23
Figura 3 – Procedimentos metodológicos . . . . .	24
Figura 4 – Requisitos funcionais . . . . .	25
Figura 5 – Requisitos não funcionais . . . . .	25
Figura 6 – Diagrama de casos de uso . . . . .	26
Figura 7 – Protótipo de telas do aplicativo EuReciclo! - Parte 1 . . . . .	27
Figura 8 – Protótipo de telas do aplicativo EuReciclo! - Parte 2 . . . . .	28
Figura 9 – EuReciclo! - Tela inicial . . . . .	29
Figura 10 – EuReciclo! - Tela Resíduos recicláveis . . . . .	30
Figura 11 – EuReciclo! - Telas Resíduos recicláveis - Parte 1 . . . . .	31
Figura 12 – EuReciclo! - Telas Resíduos recicláveis - Parte 2 . . . . .	32
Figura 13 – EuReciclo! - Tela Separação residual . . . . .	33
Figura 14 – EuReciclo! - Telas Separação residual - Parte 1 . . . . .	34
Figura 15 – EuReciclo! - Telas Separação residual - Parte 2 . . . . .	35
Figura 16 – EuReciclo! - Telas Localizar ecopontos . . . . .	36
Figura 17 – Gráfico de respostas - Questionário 01 . . . . .	37
Figura 18 – Gráfico de respostas - Questionário 02 . . . . .	38
Figura 19 – Gráfico de respostas - Questionário 03 . . . . .	38
Figura 20 – Gráfico de respostas - Questionário 04 . . . . .	39
Figura 21 – Questionário - Página 01 . . . . .	43
Figura 22 – Questionário - Página 02 . . . . .	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PEVs	Pontos de Entrega Voluntárias
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
2	<b>OBJETIVOS</b>	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	15
3.1	Contexto do meio ambiente	15
3.1.1	<i>Problemática do meio ambiente e do lixo</i>	15
3.1.2	<i>Coleta seletiva</i>	15
3.1.3	<i>Educação ambiental</i>	17
3.2	Conceitos tecnológicos	17
4	<b>APLICATIVOS RELACIONADOS</b>	20
4.1	Crítérios para escolha dos aplicativos relacionados	20
4.2	Características dos aplicativos	20
4.3	Análise das funcionalidades	21
5	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	24
5.1	Elicitação e documentação dos requisitos	24
5.2	Protótipo de alta fidelidade	26
5.3	Desenvolvimento da aplicação móvel	28
5.3.1	<i>Tela inicial</i>	28
5.3.2	<i>Resíduos recicláveis</i>	29
5.3.3	<i>Separação residual</i>	32
5.3.4	<i>Localizar ecopontos</i>	35
6	<b>ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO</b>	37
7	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>	41
	<b>REFERÊNCIAS</b>	42
	<b>APÊNDICES</b>	43
	<b>APÊNDICE A</b> – Questionário para coleta de requisitos	43
	<b>APÊNDICE B</b> – Código do aplicativo EuReciclo!	45

## 1 INTRODUÇÃO

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil é um dos fatores mais preocupantes destacado nos últimos anos. Com o aumento populacional e os efeitos da globalização, a produção de RSU e a não coleta adequada desses insumos vem causando sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana. Ao decorrer dos anos, identificou-se que a quantidade de lixo gerada pela população vem aumentando gradualmente. Baseado em estudos realizados pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), estima-se que a quantidade de RSU gerada pela população mundial deve sofrer um aumento de 1,3 bilhão de toneladas para 2,2 bilhões de toneladas até o ano de 2025 (PNUMA, 2020). Dado esse crescente aumento da quantidade de lixo, surge a necessidade de desenvolver soluções e novas políticas para resolver ou minimizar esse problema. Políticas como a redução do consumo de produtos, ou então políticas relacionadas a áreas da reciclagem, como a coleta seletiva, vem gerando impactos positivos em aspectos ambientais e socioeconômicos para a população como um todo. Para reforçar a importância de uma boa gestão de resíduos, Silva e Campos afirmam que:

"Quando não recebem a destinação correta, os resíduos se acumulam pelas ruas ou são encaminhados ao lixão, favorecendo a proliferação de organismos, principalmente anaeróbios, responsáveis pela liberação de gases indesejáveis e pela produção de chorume. Alguns desses gases exalam odores fétidos, outros fazem parte do grupo de gases do efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global (SILVA; CAMPOS, 2008)".

Quando se trata do bem estar da população e do meio ambiente, órgãos como o Ministério do Meio Ambiente (MMA) estão buscando resolver esses problemas com medidas cabíveis, como a criação da Lei nº 12.305/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) como um dos seus principais instrumentos, além disso, temos também o processo de realizar a coleta seletiva, que trata-se da coleta diferenciada de resíduos que foram previamente separados segundo sua constituição ou composição. Cada tipo de resíduo tem seu processo de reciclagem próprio, o processo de reciclagem de um resíduo plástico é diferente de um processo de reciclagem de um resíduo constituído de metal por exemplo. Visto isso, surge a necessidade da separação dos resíduos por parte do fornecedor do lixo reciclável, pois na medida que vários tipos de resíduos são misturados, sua reciclagem se torna mais cara ou mesmo inviável.

"Visando o aspecto comunitário, o reconhecimento do resíduo sólido reciclável pela PNRS como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho, renda e cidadania criou oportunidades jamais pensadas anteriormente. Essa noção tem incentivado a implantação de novos programas municipais de coleta seletiva que, quando bem administrados, podem diminuir o impacto ambiental de lixões e aterros, melhorar a paisagem urbana e aumentar a inclusão sócio-produtiva (GRIMBERG; BLAUTH, 1998)".

Sabendo da existência dessas oportunidades, com a evolução das tecnologias que o processo de globalização traz, é possível desenvolver soluções inovadoras e eficientes para resolver problemas das formas mais criativas e inesperadas. O surgimento da era da informação trouxe com ela novos conhecimentos sobre áreas antes desconhecidas, como a internet, computadores pessoais e até mesmo *smartphones*. Com essas e outras milhares de tecnologias, podemos começar a enxergar as coisas por uma perspectiva diferente, e soluções que pareciam ser improváveis começam a surgir e tornam-se possíveis.

A introdução da era móvel trouxe com ela toda a informação que é necessária para realizar quase tudo no seu dia a dia na palma da sua mão, com ela é possível realizar compras sem sair de casa, realizar transações bancárias em segundos e onde quer que você esteja, trocar mensagens de texto, vídeo ou voz em tempo real com qualquer pessoa do mundo e outras diversas utilidades. Junto com isso, foi visto a possibilidade de solucionar problemas que existiam na sociedade, como por exemplo o problema da má eficiência da coleta de lixo reciclável, de forma simples e intuitiva. Utilizando de conceitos abordados em áreas da interação humano-computador, por exemplo, é possível fazer um usuário que nunca usou um sistema móvel utilizá-lo para realizar o que deseja na primeira vez de uso, sem nenhuma ou pouca dificuldade.

Com base nesse cenário, viu-se a possibilidade de desenvolvimento de um aplicativo móvel onde é possível dispor de informações sobre o processo de coleta seletiva existente no município de Morada Nova, informando a população sobre sua existência, disponibilizando funcionalidades sobre como ele consegue ter acesso a esse processo de reciclagem, como realizar o processo de identificação e separação adequada dos resíduos sólidos, além de poder visualizar as rotas dos caminhões de coleta seletiva e os ecopontos existentes no município.

A organização deste trabalho se encontra da seguinte forma: no capítulo 2 é apresentado os objetivos do trabalho; o capítulo 3 está relacionado a fundamentação teórica, englobando tanto a parte ambiental quanto a parte tecnológica; no capítulo 4 é realizado um estudo sobre os principais aplicativos semelhantes ao EuReciclo!, aplicativo desenvolvido neste trabalho; no capítulo 5 é apresentado como foi realizado o processo de elicitação dos requisitos do aplicativo, além da sua documentação e desenvolvimento. Também é exibido telas das funcionalidades que foram desenvolvidas; no capítulo 6 é apresentado uma análise dos dados obtidos mediante uma pesquisa realizada com uma parcela da população de Morada Nova; por último, o capítulo 7 contém a conclusão e trabalhos futuros.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Desenvolver um aplicativo móvel que será utilizado para auxiliar o processo de coleta seletiva de recicláveis utilizando o framework de desenvolvimento Flutter.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Aprofundar os conhecimentos sobre desenvolvimento em aplicativos móveis;
- Aplicar conhecimentos teóricos e tecnológicos obtidos no curso de Engenharia de Software na resolução de um problema prático;
- Efetuar o levantamento de requisitos e modelagem do aplicativo;
- Desenvolver um aplicativo móvel.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo explica os conceitos principais que foram abordados para o desenvolvimento da pesquisa, sendo dividido em duas seções. A primeira seção aborda conceitos referentes ao contexto do meio ambiente, explicando conceitos que são relacionados com o processo de coleta seletiva, reforçando a motivação por trás do desenvolvimento dessa pesquisa (3.1). A segunda seção é destinada a conceitos tecnológicos que irão ser abordados para o desenvolvimento do aplicativo móvel, destacando as tecnologias de engenharia de software que foram escolhidas para o desenvolvimento do aplicativo (3.2).

#### 3.1 Contexto do meio ambiente

##### 3.1.1 *Problemática do meio ambiente e do lixo*

Analisando o contexto urbano das cidades brasileiras, os problemas ambientais relacionados ao despejo dos RSU em locais inadequados ou áreas potencialmente degradáveis no âmbito ambiental tiveram uma grande evolução visto a sua lenta resolução no decorrer dos anos. O impacto resultante dessa lentidão está presente no aumento de enchentes, dificuldades nas gestões dos resíduos sólidos, gerando à formação de ilhas de lixo em rios, prejudicando a fauna e flora da região. Como se não bastasse, outro problema causado pelo descarte inadequado do lixo é a proliferação de insetos vetores de doenças, como o *Aedes Aegypti*, que causa a febre Chikungunya, a Dengue e a Zika (TAUIL, 2001).

Visando diminuir os danos ambientais e humanos decorrentes de um processo de reciclagem eficiente, Jacobi em seu artigo Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade afirma que:

"A problemática da sustentabilidade ambiental assume um papel central na reflexão em torno das dimensões do desenvolvimento e das alternativas que se configuram. O quadro socioambiental que caracteriza as sociedades contemporâneas revela que o impacto dos humanos sobre o meio ambiente estão se tornando cada vez mais complexos, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos. O conceito de desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica (JACOBI, 1999)".

##### 3.1.2 *Coleta seletiva*

A Coleta Seletiva consiste na coleta diferenciada de RSU como plásticos, vidros, papéis, metais e outros, nas várias fontes geradoras – residências, empresas, escolas, comércio,

indústrias, unidades de saúde – que foram previamente separados segundo a sua constituição ou composição. Waite identificou uma sequência de vantagens do processo de coleta seletiva se implementado de forma correta, ele destaca que:

"Entre as vantagens ambientais da coleta seletiva destacam-se: a redução do uso de matéria-prima virgem e a economia dos recursos naturais renováveis e não renováveis; a economia de energia no reprocessamento de materiais se comparada com a extração e produção a partir de matérias-primas virgens e da valorização das matérias-primas secundárias, e a redução da disposição de lixo nos aterros sanitários e dos impactos ambientais decorrentes. Os materiais recicláveis tornaram-se um bem disponível e o recurso não natural em mais rápido crescimento (WAITE, 2013)".

Cada resíduo reciclado tem um tipo específico de processo de reciclagem. O processo de reciclagem de um resíduo como o plástico é diferente de um resíduo como o papel ou alumínio por exemplo. Como esses resíduos diferem em sua composição e constituição em grande parte, quando ocorre a não separação adequada desses resíduos, sua reciclagem se torna mais cara, muitas vezes tornando o processo inviável. Quanto a valorização econômica dos recicláveis, Singer ressalta que:

"Há valorização econômica dos materiais recicláveis e seu potencial de geração de negócios, trabalho e renda. A coleta seletiva, além de contribuir significativamente para a sustentabilidade urbana, vem incorporando gradativamente um perfil de inclusão social e geração de renda para os setores mais carentes e excluídos do acesso aos mercados formais de trabalho (SINGER, 2002)".

No Brasil, de acordo com o Art. 10 da Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010, é necessário que todo município presente no território brasileiro implemente um processo de coleta seletiva, mesmo que, no mínimo, seja feita uma separação entre resíduos recicláveis secos e os rejeitos. Resíduos recicláveis secos são em grande parte os resíduos sólidos que podem ser reciclados. Já os rejeitos não podem ser reciclados, compostos em sua grande maioria por resíduos provenientes do banheiro e/ou alguns materiais de limpeza.

Dentre os tipos de coleta seletiva existentes no Brasil, temos a coleta porta-a-porta que é realizada tanto por um prestador de serviço público quanto por cooperativas e associações de catadores. O outro tipo de coleta seletiva é através dos Pontos de Entrega Voluntárias (PEVs) ou Ecopontos, que consistem em locais situados em pontos estratégicos do município como conjuntos de residências, instituições e empresas para entrega dos resíduos segregados e posterior coleta pelo poder público.

### 3.1.3 Educação ambiental

O termo educação ambiental surgiu no ano de 1965 na conferência de educação, na Universidade de Keele, na Grã-Bretanha. Da década de 60 até meados da década de 80 as discussões acadêmicas sobre educação ambiental eram voltadas principalmente sobre temas como o constante crescimento da população e a escassez dos recursos naturais que esse crescimento populacional iria causar. Entretanto, nos últimos anos, as discussões sobre educação ambiental tomaram um rumo diferente e o conceito por trás do termo "Educação ambiental" se tornou mais significativo e abrangente (MATOS, 2002).

Marcos Reigota em seu livro "O que é educação ambiental" apresenta um conceito de Educação ambiental que vai muito além do que era discutido nas décadas passadas, no livro é apresentado o conceito de Educação Ambiental como educação política, em que nas palavras do mesmo, significa que:

"A educação ambiental como educação política está comprometida com a ampliação da cidadania, da autonomia e da intervenção direta dos cidadãos e das cidadãs na busca de soluções e alternativas que permitam uma convivência digna e voltada para o bem comum. Pensar as nossas relações cotidianas com outros seres humanos e espécies animais e vegetais e procurar alterá-las (nos casos negativos) ou ampliá-las (nos casos positivos) numa perspectiva que garanta a possibilidade de se viver dignamente é um processo (pedagógico e político) fundamental e que caracteriza essa perspectiva de educação (REIGOTA, 2017)".

Dessa forma, Reigota busca mostrar que é extremamente importante que a população venha por meio da conscientização ambiental desenvolver novas soluções para uma melhor e mais saudável convivência com as outras pessoas, outras espécies e com o próprio meio ambiente. Sendo assim, com a correta implementação dessas ideias é possível tornar a sociedade mais justa e ética para os seres vivos e para a natureza.

Para reforçar a ideia da importância da educação ambiental na sociedade, Jacobi explica que "para alcançar uma sustentabilidade ambiental duradoura e eficiente, é preciso levar em consideração a relevância de estimular a expansão dos meios de informação para a população, visto que na grande maioria das vezes essa informação é de difícil compreensão e muito dispersa (JACOBI, 1999)".

## 3.2 Conceitos tecnológicos

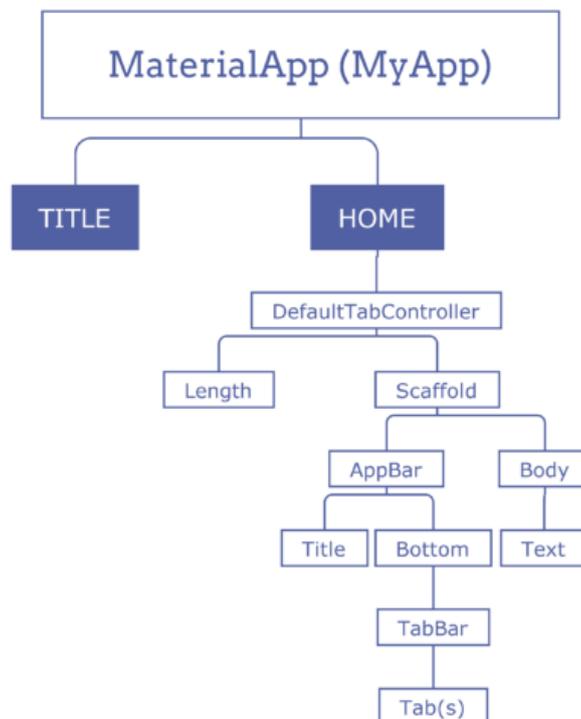
Para o desenvolvimento do aplicativo EuReciclo!, foi utilizado o Flutter que trata-se de um *framework* de desenvolvimento móvel híbrido, e o *Integrated Development Environment*

(IDE) ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado *Android Studio*. O *framework* Flutter utiliza a linguagem de programação *Dart* para o desenvolvimento das aplicações.

A motivação por trás da utilização do Flutter está relacionada a duas questões: flexibilidade e facilidade. Flexibilidade, pois trata-se de um *framework* híbrido, onde é possível facilmente adaptar a aplicação para ser executado em diversos sistemas operacionais. Facilidade, pois, a curva de aprendizagem é relativamente baixa se comparado com outras tecnologias de desenvolvimento presentes no mercado.

O desenvolvimento de aplicativos móveis através do *framework* Flutter é feito utilizando-se na maioria do tempo de componentes chamados de *widjets*. A estrutura do sistema assemelha-se a uma estrutura em árvore, onde é possível que cada *widjet* tenha um ou mais filhos que também são *widjets*, criando-se então uma hierarquia que será posteriormente renderizada. Na Figura 1 é apresentado uma hierarquia básica de um programa em Flutter contendo alguns *widjets* comumente usados durante o desenvolvimento das aplicações.

Figura 1 – Exemplo de hierarquia no Flutter



Fonte: (SANTANA, 2021)

Para a realização do mapeamento dos pontos de coleta seletiva e rotas de coleta, foi utilizado a *Application Programming Interface* (API) do MapBox, onde é possível realizar a

criação de mapas e a manipulação dos mesmos, além disso, ela é disponibilizada gratuitamente.

## 4 APLICATIVOS RELACIONADOS

Neste capítulo foram analisados alguns aplicativos móveis presentes no mercado atualmente voltados para a área de coleta seletiva de recicláveis.

### 4.1 Critérios para escolha dos aplicativos relacionados

Para a escolha dos aplicativos relacionados ao processo de coleta seletiva, foram realizadas pesquisas tanto na literatura quanto em repositórios de aplicativos, como a *Play Store* do Google. Depois de feita a pesquisa, foi realizada uma seleção com base em dois critérios essenciais. O primeiro critério era que o aplicativo tinha que ter pelo menos algumas das principais funcionalidades que serão abordados no aplicativo desenvolvido neste trabalho. As principais funcionalidades são: “exibir ecopontos”, “exibir rotas de coleta”, “informar quais resíduos são recicláveis”, “informar como realizar a separação dos resíduos”, a escolha dessas funcionalidades é explicada na seção 5.1. O segundo critério era com base na popularidade do aplicativo, a partir da análise da quantidade de *downloads* foi realizada a escolha das aplicações mais conhecidas e utilizadas pelos usuários.

Após a aplicação desses critérios, foram selecionadas quatro aplicações: **Cataki**, **Rota de Reciclagem**, **Descarte Rápido** e o **Coleta Seletiva Salvador**.

### 4.2 Características dos aplicativos

Os aplicativos voltados para a área da coleta seletiva costumam ter diversas características em comum. Dentre as principais funcionalidades presentes nos aplicativos, as que se destacam mais foram funcionalidades relacionadas a sistemas de solicitações de coleta por parte dos usuários, exibição de pontos de coleta seletiva no mapa da região e outras funcionalidades mais básicas.

Devido a essas diversas funcionalidades, a maioria das aplicações analisadas não tratam de resolver problemas essenciais relacionados ao processo de coleta seletiva, como informar ao usuário se um dado resíduo é reciclável ou como realizar a separação desses resíduos.

Alguns deles apresentaram problemas relacionados à usabilidade, e outros apresentaram problemas no fluxo de uso da aplicação, como o cadastro obrigatório do número de telefone, se, por exemplo, o usuário não tiver um número de telefone, ele não vai conseguir ter acesso às

informações de pontos de coleta seletiva presentes na sua região. Essa e outras características dos aplicativos selecionados serão melhores analisadas e comparadas na seção 4.3.

### 4.3 Análise das funcionalidades

Nesta seção será apresentado as funcionalidades mais comuns e importantes presentes em cada aplicativo escolhido na seção 4.1, assim como uma breve descrição de cada aplicação.

- **Cataki** é uma plataforma digital gratuita disponibilizada nas plataformas *Android* e *iOS*. Seu foco principal está em aproximar as pessoas que desejam ter seus resíduos recicláveis coletados com os catadores que irão realizar o processo de coleta. Neste aplicativo é possível solicitar pedidos de coleta, visualizar no mapa os catadores presentes na sua região, consultar as informações dos catadores cadastrados, como sua biografia, foto de perfil, telefone de contato e o tipo de material que o profissional recolhe e visualizar diversas características dos tipos de resíduos recicláveis (CATAKI, 2017).
- **Coleta Seletiva Salvador** trata-se de um programa do município de Salvador, no estado da Bahia. É disponibilizado nas plataformas *Android* e *iOS* e seu acesso é gratuito. Suas principais funcionalidades são a exibição dos pontos de coleta seletiva presentes no município, pontos de descarte de óleo de cozinha, todos presentes no mapa do aplicativo. Além disso, contém informações sobre como separar corretamente os resíduos recicláveis e disponibiliza informações sobre as cooperativas de reciclagem presentes na região, como nome, endereço e telefone para contato (COLETA... , 2015).
- **Descarte Rápido** é uma aplicação desenvolvida pela empresa Boas atitudes e Sustentabilidade, disponibilizada na plataforma *Android* e com acesso gratuito. Seu foco principal está em mapear todos os pontos de coleta seletiva do território municipal, para isso ele dispõe das funcionalidades de exibição de pontos de coleta seletiva ou ecopontos, pontos de descarte e PEVs. Além disso, o aplicativo também contém informações sobre quais tipos de resíduos podem ser reciclados e quais não podem, dando dicas muitas vezes de quais produtos podem substituir esses resíduos que não podem ser reciclados (DESCARTE... , 2020).
- **Rota de reciclagem** é um serviço disponibilizado tanto em formato de aplicativo como em formato de site. É possível realizar o *download* do mesmo pela plataforma *Android* de forma gratuita. Dentre suas principais características está o mapeamento nacional dos

PEVs, das cooperativas e comércios da região que são locais onde se compram materiais de longa vida (e outros materiais recicláveis). De forma simples é possível acessar o mapa do serviço e identificar esses locais através dos ícones, após selecionar algum local você é redirecionado para o site do serviço Rota de reciclagem onde é possível visualizar informações sobre aquele local (ROTA... , 2014).

Com base na análise das funcionalidades dos aplicativos mencionados no texto acima, fica evidente que alguns aplicativos têm focos distintos uns dos outros. Enquanto alguns focam no mapeamento dos ecopontos municipais e/ou nacionais, outros focam em realizar a cooperação entre doador e catador, inserindo ambos num papel social importante para uma melhor saúde ambiental e populacional da região.

Dentre os aplicativos analisados, o mais parecido com a proposta deste trabalho trata-se do aplicativo Descarte Rápido, visto que ele contém funcionalidades importantes, como o mapeamento de ecopontos e a disponibilização de informações sobre os resíduos recicláveis. Entretanto, ele não dispõe de funcionalidades essenciais, como observações na hora de realizar a separação dos recicláveis e informar quais são os dias e rotas do processo de coleta seletiva porta a porta. Visto isso foi realizado uma comparação das aplicações analisadas nesta seção com a proposta a ser desenvolvida neste trabalho, a mesma é exibida na Figura 2.

Figura 2 – Comparação de funcionalidades dos aplicativos relacionados

Aplicativos relacionados / Funcionalidade	<b>EuReciclo!</b>	<b>Cataki</b>	<b>Coleta Seletiva Salvador</b>	<b>Descarte Rápido</b>	<b>Rota de Reciclagem</b>
Software tem como objetivo facilitar o processo de reciclagem					
Expansível para todo o território nacional					
Disponibiliza informações sobre como realizar o tratamento dos recicláveis					
Disponibiliza informações sobre pontos e horários de coleta de material reciclável					
Baseado em sistema de solicitação					

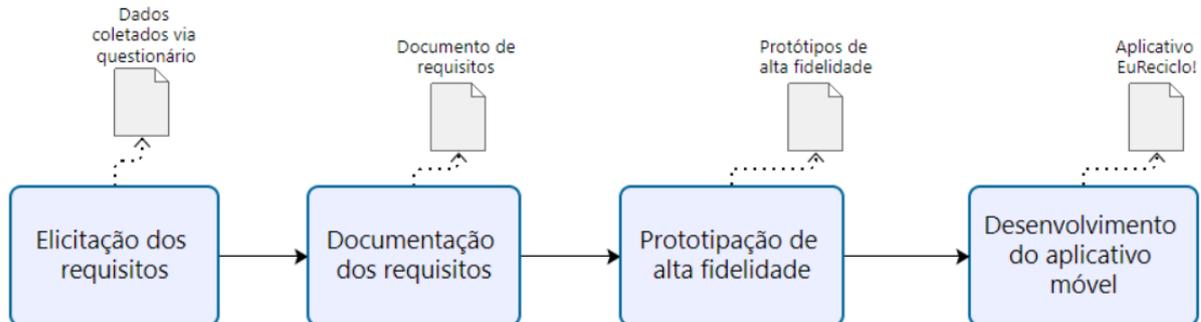
Fonte: elaborado pelo autor (2020).

## 5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um aplicativo móvel para auxiliar o processo de coleta seletiva que existe na cidade de Morada Nova - Ceará. O aplicativo nomeado de EuReciclo! tem como objetivo auxiliar e conscientizar a população sobre a importância da realização do processo de coleta seletiva de forma correta através de diversas funcionalidades que estarão presentes na aplicação.

Nas seções seguintes será demonstrado como foi realizado o desenvolvimento do presente trabalho. Inicialmente será apresentado o processo de elicitação e documentação dos requisitos do sistema (5.1), posteriormente será demonstrado os protótipos de alta fidelidade que foram utilizados para auxiliar a criação do aplicativo (5.2). Por fim será apresentado o desenvolvimento das funcionalidades do aplicativo EuReciclo! (5.3). Ver Figura 3.

Figura 3 – Procedimentos metodológicos



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

### 5.1 Elicitação e documentação dos requisitos

Para realizar a elicitação dos requisitos foi utilizado duas técnicas de Engenharia de requisitos que são amplamente usadas, são elas o questionário e o *benchmarking*. Para a criação do questionário foi realizada uma análise das principais funcionalidades existentes nos aplicativos relacionados listados no capítulo 4, e também foi analisado como é feito o processo de coleta seletiva na cidade de Morada Nova - Ceará.

O questionário ficou disponível para os usuários durante o período de três semanas. O público alvo selecionado para responder o questionário são habitantes do município de Morada Nova, onde se deseja implantar a solução. A distribuição do questionário foi feita através de redes sociais. Os resultados do questionário estão detalhados no capítulo 6.

Baseado nas respostas do questionário, análise dos aplicativos relacionados e da

fundamentação teórica, foram elaborados os requisitos funcionais, não funcionais e o diagrama de casos de uso apresentados nas Figuras 4, 5 e 6 respectivamente.

Figura 4 – Requisitos funcionais

Requisitos funcionais	Descrição
RF 01	Visualizar os locais onde se encontram os ecopontos presentes no município da cidade de Morada Nova.
RF 02	Visualizar as rotas dos caminhões responsáveis por realizar a coleta seletiva porta a porta.
RF 03	Notificar o usuário que o caminhão responsável por realizar a coleta seletiva porta a porta passará no seu bairro no dia em questão.
RF 04	Informar ao usuário como realizar o processo de separação do lixo reciclável e quais lixos podem ser armazenados juntos.
RF 05	Informar ao usuário quais resíduos podem ser reciclados durante o processo de coleta seletiva.
RF 06	Exibir o calendário semanal de rotas dos caminhões responsáveis por realizar a coleta seletiva porta a porta.

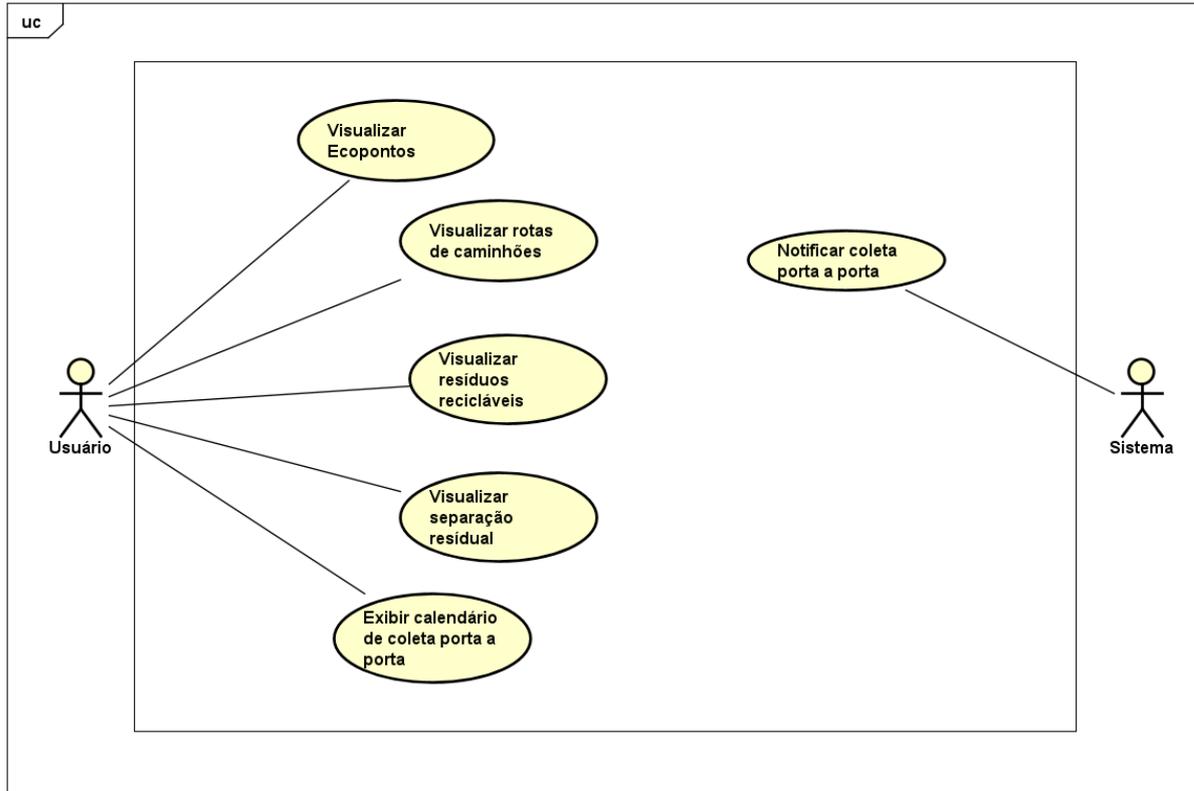
Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Figura 5 – Requisitos não funcionais

Requisitos não funcionais	Descrição
RNF 01	O aplicativo deverá ser executado na plataforma <i>Android</i> e <i>iOS</i> .
RNF 02	O aplicativo deverá conter todos os seus textos na linguagem português do Brasil.
RFF 03	O aplicativo deverá conter uma linguagem de fácil compreensão e acessível.

Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Figura 6 – Diagrama de casos de uso



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

## 5.2 Protótipo de alta fidelidade

Para a validação dos requisitos coletados no questionário e no *benchmarking* e para auxiliar o desenvolvimento do aplicativo, foi realizada a prototipação de alta fidelidade das telas: Tela inicial, Tela de Ecopontos, Tela de Rotas de reciclagem e Tela de Resíduos recicláveis. Nas Figuras 7 e 8 é apresentado as telas desenvolvidas.

Figura 7 – Protótipo de telas do aplicativo EuReciclo! - Parte 1

(a) Protótipo: Tela inicial

(b) Protótipo: Exibir Ecopontos



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Figura 8 – Protótipo de telas do aplicativo EuReciclo! - Parte 2

(a) Protótipo: Rotas de reciclagem

(b) Protótipo: Resíduos recicláveis



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

### 5.3 Desenvolvimento da aplicação móvel

O desenvolvimento do aplicativo EuReciclo! foi realizado durante os meses de fevereiro e março de 2021. O aplicativo foi criado utilizando um design simples e eficiente, trazendo informações sobre os recicláveis, os processos de reciclagem e a localização dos ecopontos ou PEVs de forma clara e objetiva para qualquer cidadão que venha a utilizá-lo.

Nas subseções abaixo será apresentado as funcionalidades que foram desenvolvidas baseadas nos requisitos funcionais e não funcionais, representados nas Figuras 4 e 5.

#### 5.3.1 Tela inicial

Tela inicial do aplicativo EuReciclo!. Nessa tela é apresentado ao usuário as funcionalidades: Resíduos recicláveis, Separação residual, Localizar ecopontos e Rotas de coleta. Ver

Figura 9.

Figura 9 – EuReciclo! - Tela inicial



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

### 5.3.2 *Resíduos recicláveis*

Na tela de resíduos recicláveis é apresentado os principais tipos de resíduos que são alvos do processo de coleta seletiva, onde é possível selecionar entre os resíduos Papel, Plástico, Vidro e Metal. Ver Figura 10.

Figura 10 – EuReciclo! - Tela Resíduos recicláveis



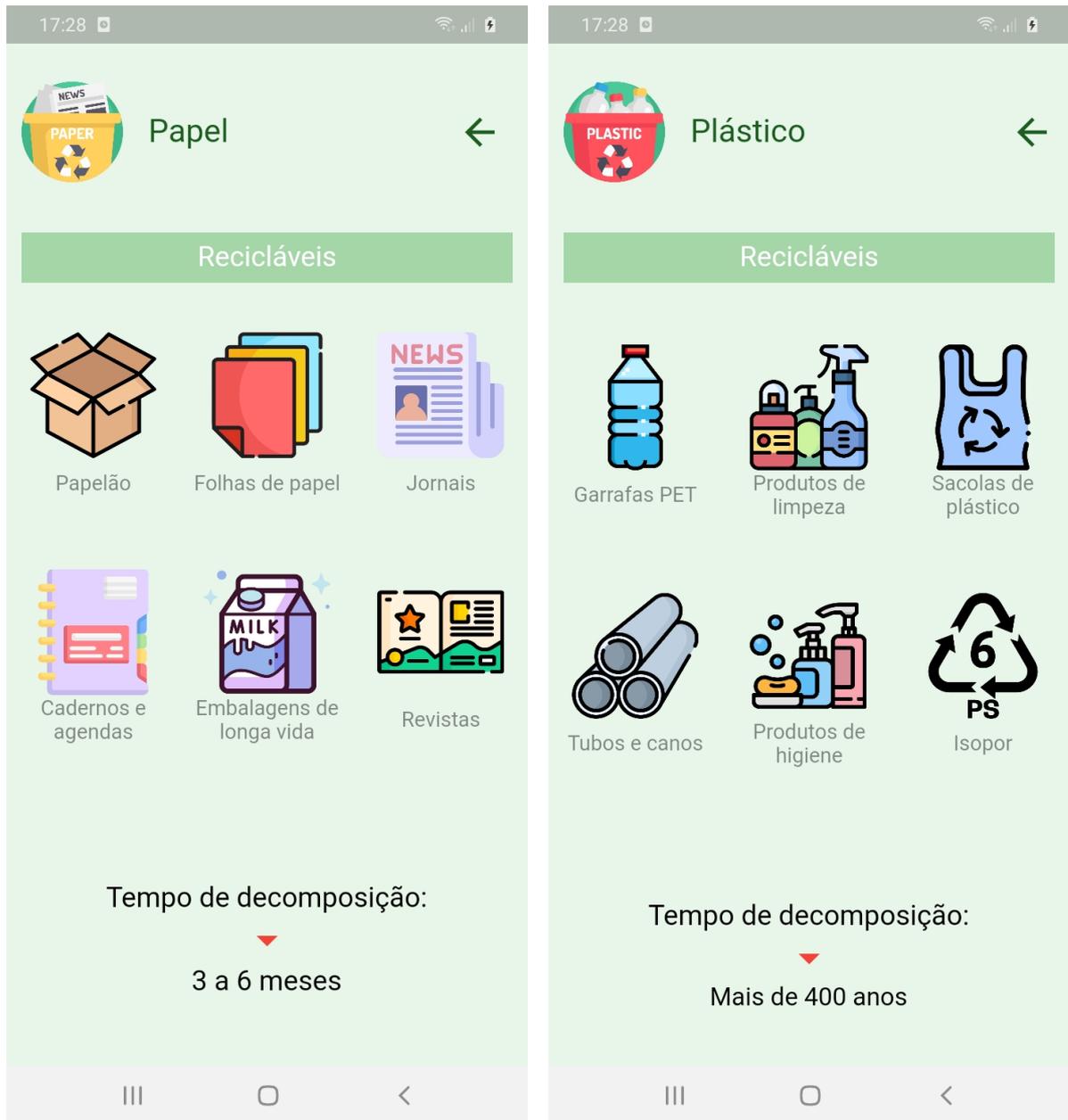
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Após a seleção de um tipo de resíduo o usuário é redirecionado para a tela correspondente à opção escolhida, onde é exibido os principais produtos recicláveis juntamente com o seu tempo de decomposição. Ver Figuras 11 e 12.

Figura 11 – EuReciclo! - Telas Resíduos recicláveis - Parte 1

(a) Tela do Resíduo papel

(b) Tela do Resíduo plástico

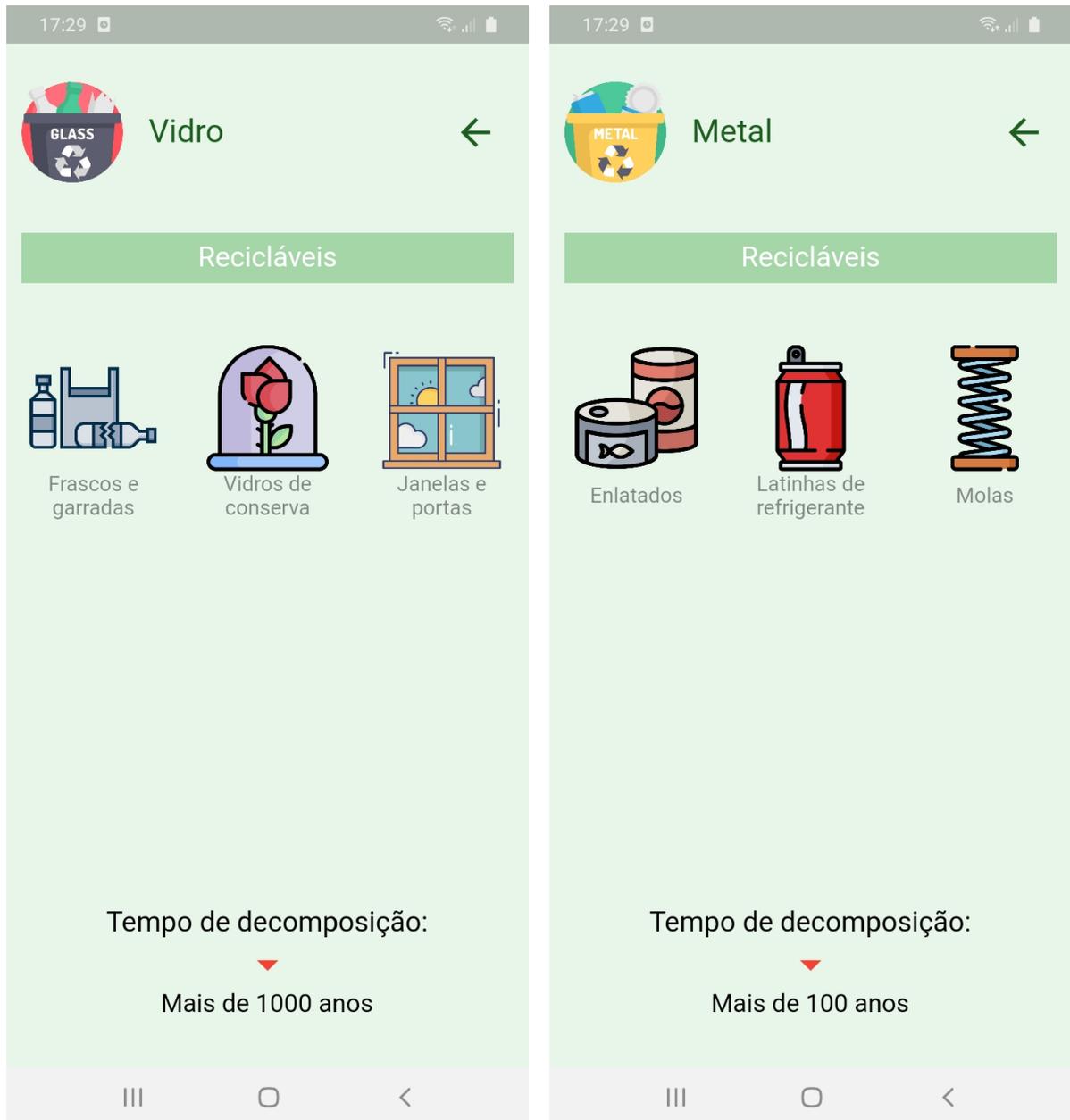


Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Figura 12 – EuReciclo! - Telas Resíduos recicláveis - Parte 2

(a) Tela do Resíduo vidro

(b) Tela do Resíduo metal



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

### 5.3.3 Separação residual

Na tela de separação residual é apresentado os diversos benefícios de se realizar a separação dos resíduos recicláveis. Além disso, é possível selecionar um tipo de resíduo entre Papel, Plástico, Vidro e Metal. Ver Figura 13.

Figura 13 – EuReciclo! - Tela Separação residual



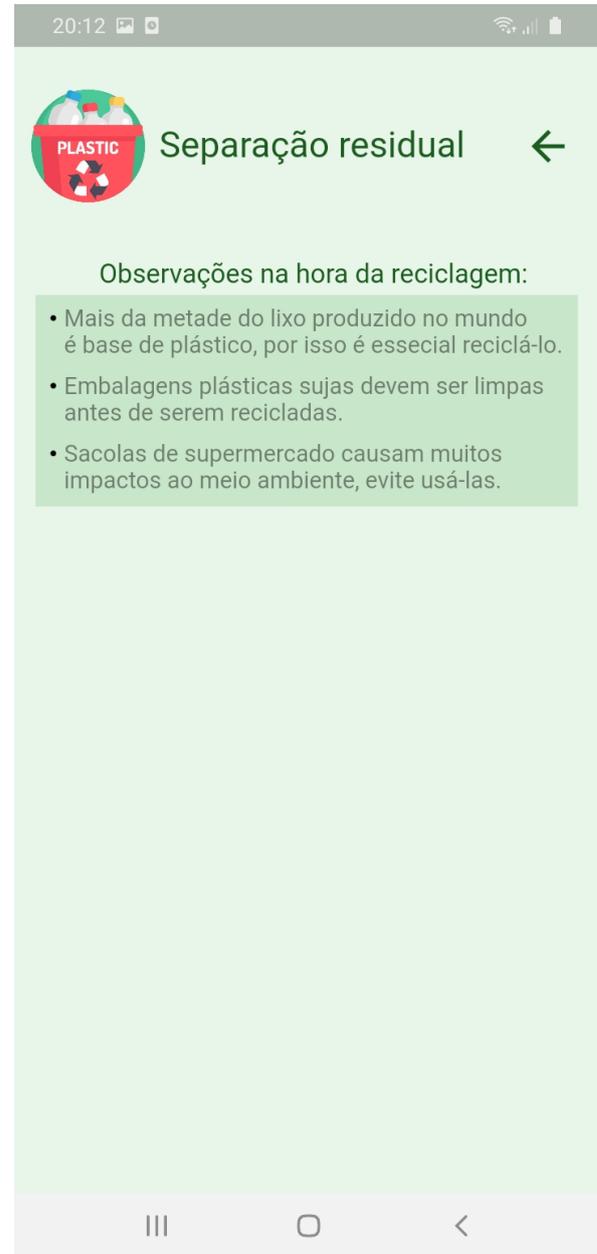
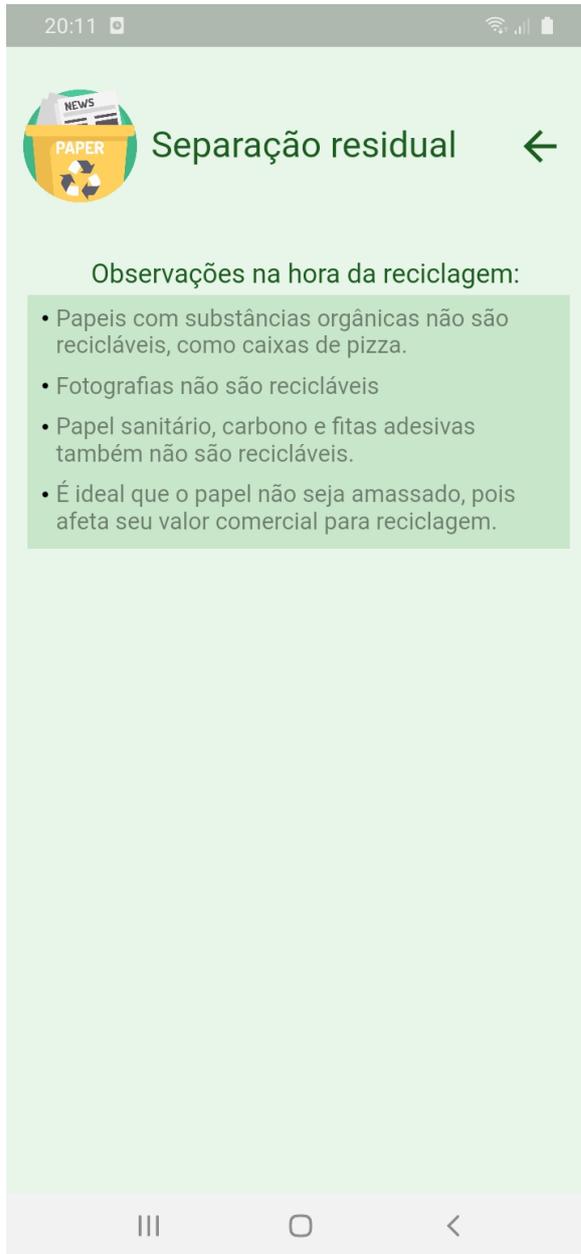
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Ao selecionar um resíduo é apresentada dicas de separação, quais resíduos não podem ser reciclados e outras observações pertinentes a realização do processo. Ver Figuras 14 e 15.

Figura 14 – EuReciclo! - Telas Separação residual - Parte 1

(a) Tela de Separação residual do papel

(b) Tela de Separação residual do plástico



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Figura 15 – EuReciclo! - Telas Separação residual - Parte 2

(a) Tela de Separação residual do vidro

(b) Tela de Separação residual do metal



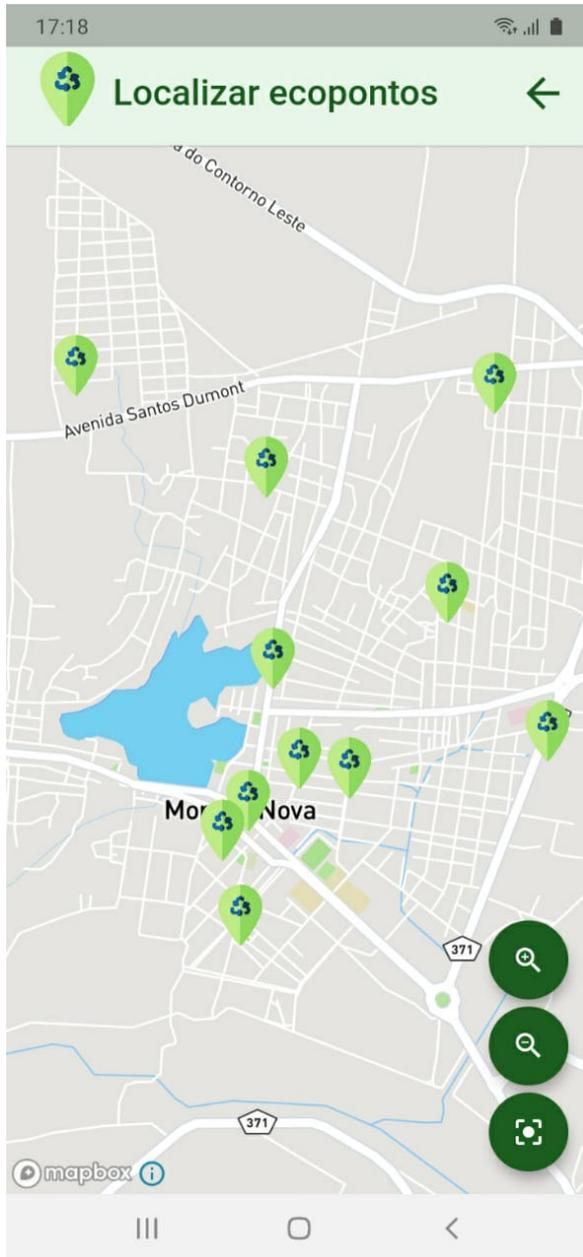
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

#### 5.3.4 Localizar ecopontos

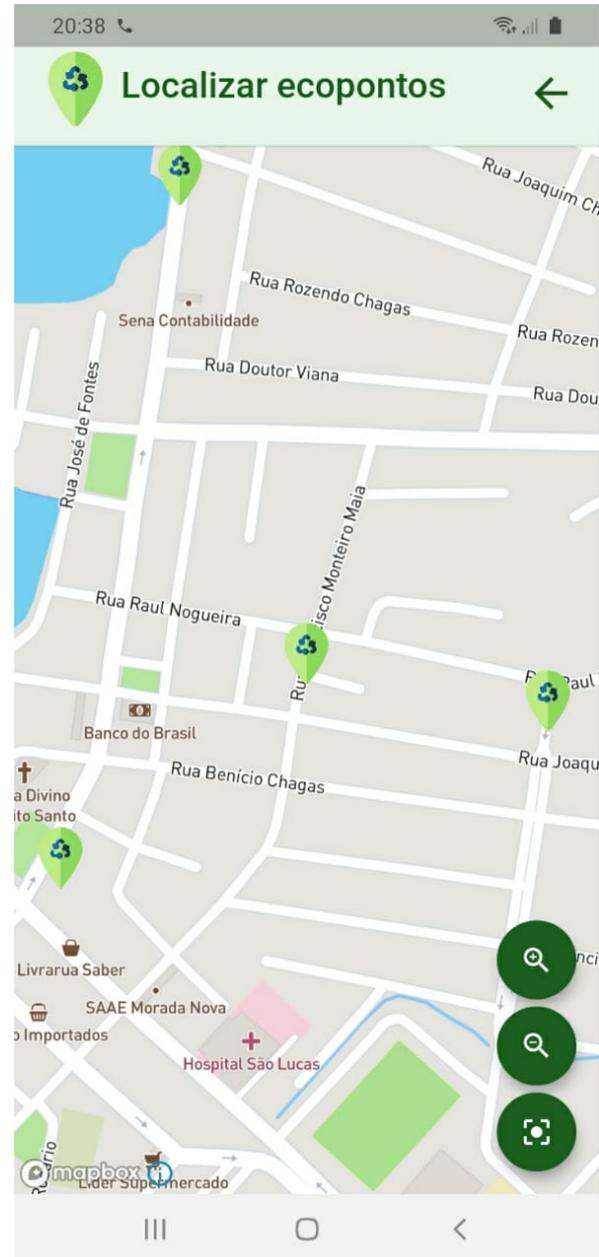
Na funcionalidade Localizar ecopontos é apresentado os ecopontos que estão presentes na cidade de Morada Nova. O usuário pode visualizar quais ruas da cidade contém ecopontos, assim como aumentar e diminuir o *zoom* do mapa. Também é possível centralizar o mapa no meio da cidade. Ver Figura 16.

Figura 16 – EuReciclo! - Telas Localizar ecopontos

(a) Mapa expandido



(b) Mapa aproximado



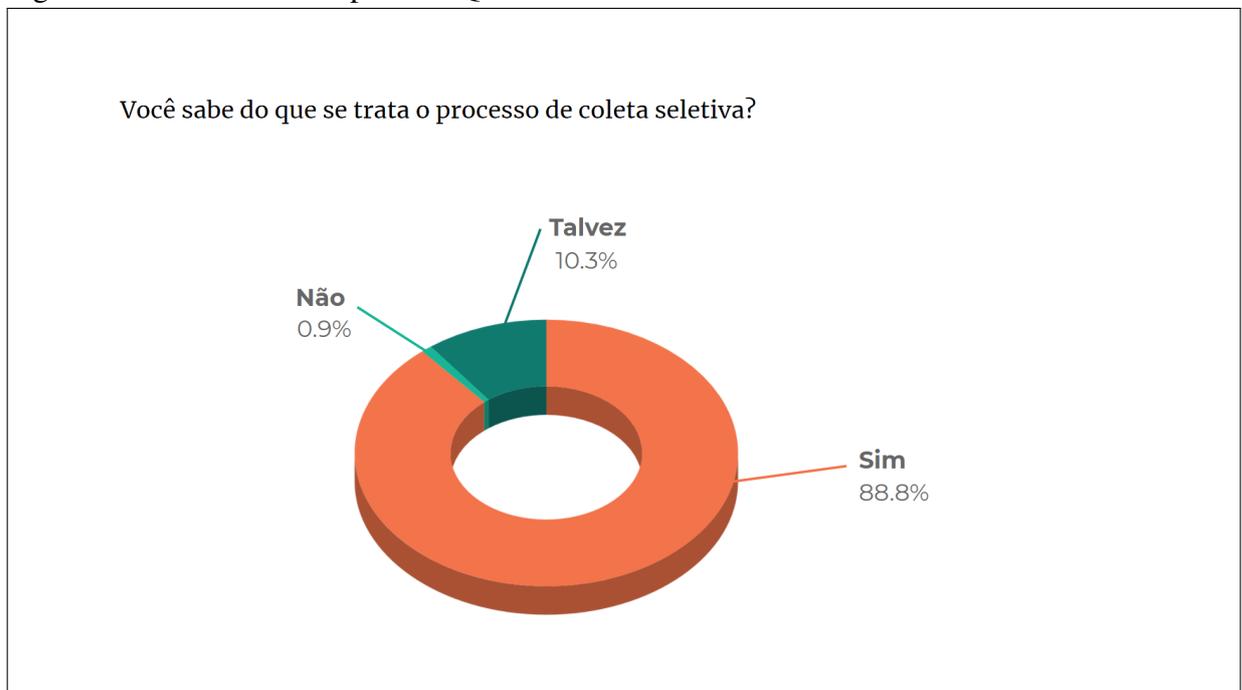
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

## 6 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

A aplicação do questionário para realização de coleta e validação de requisitos obteve um total de 116 respostas. Abaixo é realizada uma análise descritiva das respostas coletadas com o questionário durante o período de 3 semanas. O questionário aplicado encontra-se no apêndice A.

Como é visto no gráfico abaixo, 88,8% das pessoas que responderam o questionário sabem do que se trata o processo de coleta seletiva, 10,3% tem uma breve noção e apenas 0,9% não sabe como esse processo é realizado. O gráfico é exibido na Figura 17.

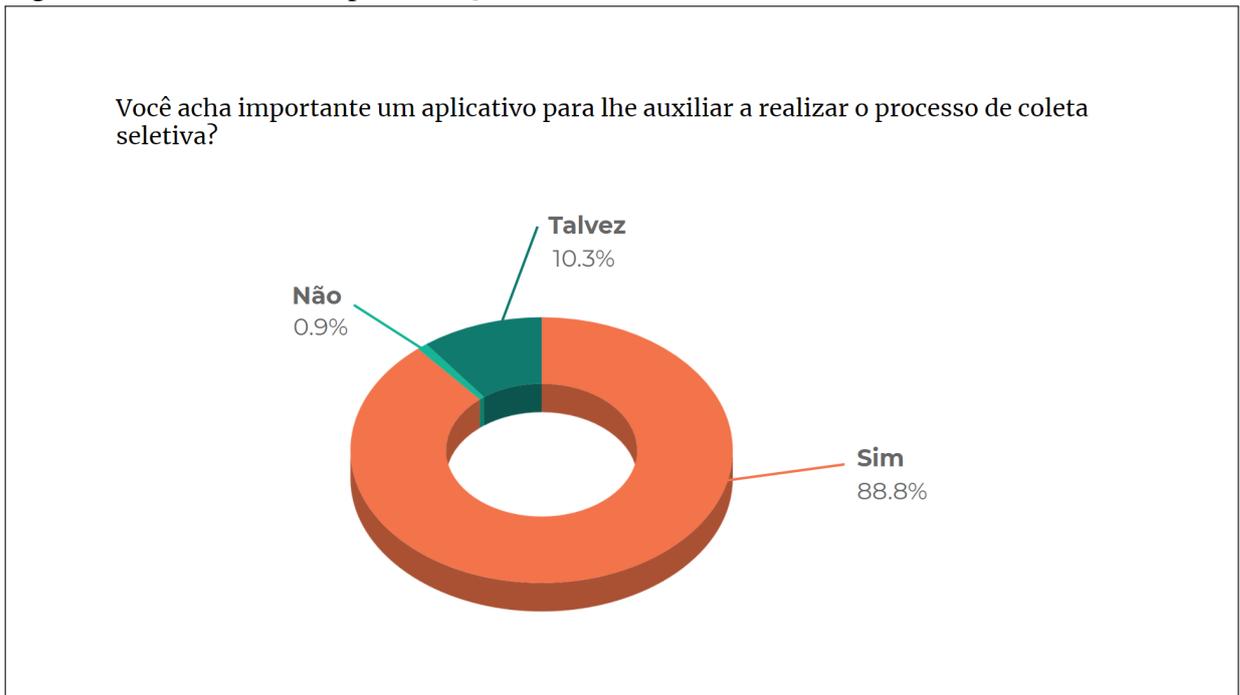
Figura 17 – Gráfico de respostas - Questionário 01



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Para saber a importância do processo de coleta seletiva, solicitamos ao público alvo que informasse se o processo de coleta seletiva é importante de ser implementado, cerca de 88,8% das pessoas responderam que acha o processo de coleta seletiva importante, 10,3% responderam que talvez seja importante e apenas uma pessoa ou 0,9% não acha o processo de coleta seletiva importante. O gráfico é exibido na Figura 18.

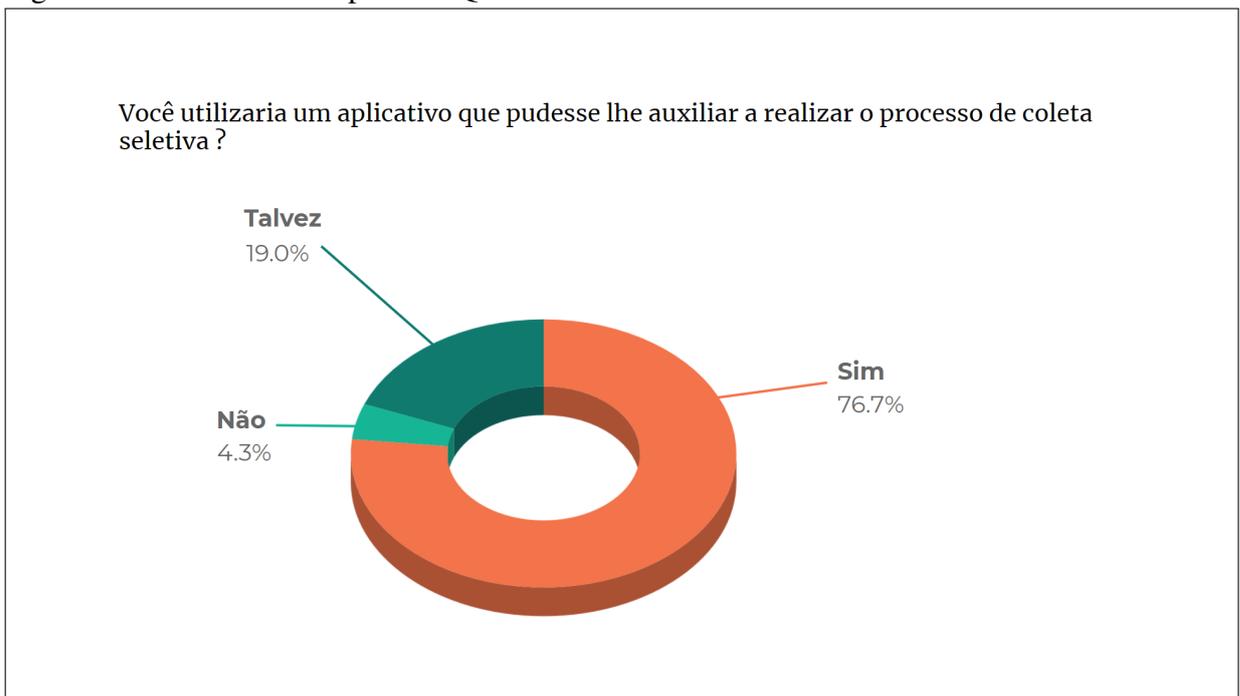
Figura 18 – Gráfico de respostas - Questionário 02



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Quando questionamos se o público alvo usaria um aplicativo que pudesse auxiliar o processo de coleta seletiva, cerca de 76,7% do público respondeu que sim, 19% respondeu que talvez usaria e 4,3% não usaria de jeito algum. O gráfico é exibido na Figura 19.

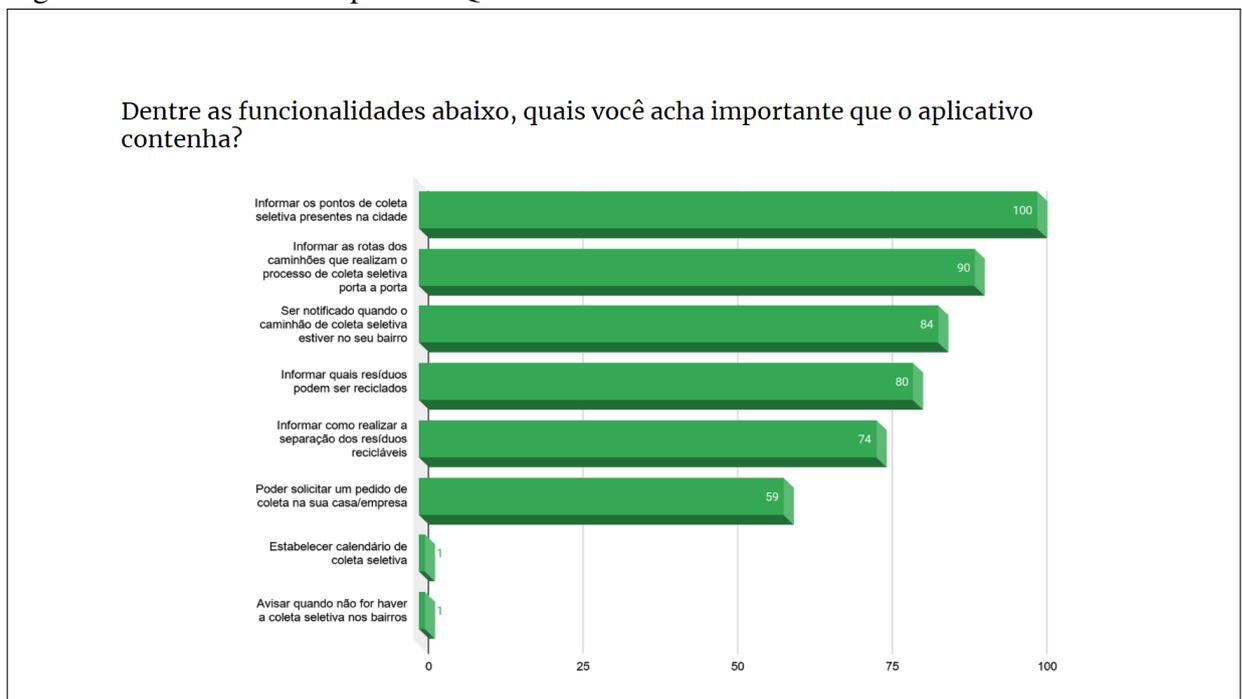
Figura 19 – Gráfico de respostas - Questionário 03



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

As perguntas acima tinham caráter de escolha única, a próxima pergunta tem caráter de múltipla escolha, o intuito é identificar as funcionalidades que os possíveis usuários acham mais importante estarem presentes no aplicativo desenvolvido neste trabalho. Na Figura 20 será exibido um gráfico de barras referente às funcionalidades mais importantes e outras que não são tão importantes assim para os usuários. A primeira funcionalidade é referente a conter no aplicativo uma seção destinada a informar os locais de coleta seletiva, ou ecopontos, presentes no município de Morada Nova, cerca de 85,3% das pessoas informaram que acha importante ter essa funcionalidade. Outras funcionalidades com um alto grau de escolha pelos possíveis usuários tratam-se da funcionalidade de informar as rotas dos caminhões que realizam o processo de coleta seletiva porta a porta com cerca de 76,7%, e ser notificado que o caminhão de coleta seletiva passará no seu bairro no dia em questão com 71,6%. Entre as outras questões estão informar quais resíduos podem ser reciclados, com 68,1%, informar como realizar a separação dos resíduos recicláveis, com 62,9% e poder solicitar um pedido de coleta na sua residência/empresa, com 50,9%. Além disso, foi disponibilizado um campo onde o público alvo poderia sugerir alguma funcionalidade, onde sugeriram dispor um calendário mensal de coleta, com horários e rotas dos caminhões e avisar quando não for haver a coleta seletiva nas residências por parte dos caminhões.

Figura 20 – Gráfico de respostas - Questionário 04



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Baseado nessas respostas foi possível ter uma ideia inicial do que os possíveis usuários da cidade de Morada Nova procuram em um aplicativo que possa auxiliá-los no processo de coleta seletiva. Esse questionário serviu para saber onde focar no desenvolvimento do aplicativo, quais funcionalidades são mais importantes e necessitam de uma atenção especial.

## 7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Analisando a situação atual do globo terrestre, onde a produção de RSU é superior a 1.3 bilhão de toneladas por ano, causando problemas ambientais e de saúde para toda a sociedade, é visível a necessidade de realizar ações para controlar esse constante aumento.

Diante desta problemática ambiental, foi visto a possibilidade de desenvolvimento de um aplicativo móvel que possa auxiliar na conscientização da população sobre a importância de reciclar o lixo, aplicando conhecimentos de programação obtidos no curso de Engenharia de Software.

O desenvolvimento do aplicativo, que foi feito através do *framework* Flutter juntamente com a linguagem Dart, é baseado em padrões de software e de interface amplamente utilizados no mercado de trabalho, visando tornar o aplicativo acessível para todos os cidadãos. Todos os ícones e imagens utilizados no aplicativo foram retirados do *site* Flaticon (FLATICON, 2021), no qual disponibiliza imagens gratuitas. O aplicativo desenvolvido encontra-se disponibilizado na plataforma do GitHub através do *link* presente no apêndice B.

As informações presentes no aplicativo referentes aos resíduos, ações e métodos utilizados durante os processo de coleta seletiva e reciclagem foram retirados de portais de educação ambiental confiáveis, dentre os principais estão o *site* Ecycle (ECYCLE, 2021) e o Portal Resíduos Sólidos (PORTAL. . . , 2021).

As funcionalidades presentes no aplicativo foram selecionadas mediante um estudo de mercado utilizando a técnica de *benchmarking* e através de uma pesquisa feita com alguns cidadãos de Morada Nova, onde os mesmos informaram as funcionalidades mais relevantes. Baseado nessa pesquisa foi constatado a necessidade de um aplicativo que possa auxiliar e conscientizar os habitantes de Morada Nova na realização do processo de coleta seletiva.

Como trabalhos futuros, visando tornar o aplicativo mais completo e para atender às necessidades da população, será implementado a funcionalidade de visualização de rotas de caminhões que não foi desenvolvida nesta etapa, além do calendário de coleta porta a porta e o sistema de notificações.

Também serão realizados testes com uma parcela da população de Morada Nova para validar a eficácia das funcionalidades desenvolvidas. Após essa etapa o aplicativo ficará disponível para o uso da população.

## REFERÊNCIAS

- CATAKI. 2017. Disponível em: <<https://cataki.org/pt/>>. Acesso em: 01 set. 2020.
- COLETA Seletiva Salvador. 2015. Disponível em: <<http://coletaseletiva.salvador.ba.gov.br>>. Acesso em: 01 set. 2020.
- DESCARTE Rápido. 2020. Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.umapp.rapido&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.umapp.rapido&hl=pt_BR)>. Acesso em: 01 set. 2020.
- ECYCLE. 2021. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/6268-coleta-seletiva.html>>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- FLATICON. 2021. Disponível em: <<https://www.flaticon.com/>>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. Coleta seletiva: reciclando materiais, reciclando valores. São Paulo: Pólis, 1998.
- JACOBI, P. R. **Cidade e meio ambiente: percepções e práticas em São Paulo**. [S.l.]: Annablume, 1999.
- MATOS, M. C. D. F. G. De educação ambiental. 2002.
- PNUMA. **Programa de Nações Unidas para o Meio Ambiente**. 2020. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agencia/pnuma/>>. Acesso em: 01 set. 2020.
- PORTAL Resíduos Sólidos. 2021. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/coleta-seletiva/>>. Acesso em: 16 fev. 2021.
- REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. [S.l.]: Brasiliense, 2017.
- ROTA de Reciclagem. 2014. Disponível em: <<https://rotadareciclagem.com.br>>. Acesso em: 01 set. 2020.
- SANTANA, F. **Hierarquia Flutter**. 2021. Disponível em: <<https://tableless.com.br/flutter-porque-investir-nessa-tecnologia/>>. Acesso em: 5 fev. 2021.
- SILVA, T. N.; CAMPOS, L. M. d. S. Avaliação da produção e qualidade do gás de aterro para energia no aterro sanitário dos bandeirantes-sp. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 13, n. 1, p. 88–96, 2008.
- SINGER, P. A recente ressurreição da economia solidária no Brasil. **Produzir para viver: os caminhos da produção não capitalista**. Rio de Janeiro: **Civilização Brasileira**, v. 2, 2002.
- TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, SciELO Public Health, v. 17, p. S99–S102, 2001.
- WAITE, R. **Household waste recycling**. [S.l.]: Routledge, 2013.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE REQUISITOS

Figura 21 – Questionário - Página 01

01/09/2020

Coleta de requisitos - Projeto EuReciclo!

### Coleta de requisitos – Projeto EuReciclo!

Esse formulário é destinado a identificação das principais funcionalidades para a criação do aplicativo "EuReciclo!". O aplicativo será desenvolvido com foco em ajudar os usuários a realizar o processo de coleta seletiva presente na cidade de Morada Nova. Esse projeto é fruto de um trabalho de conclusão de curso (TCC) do curso de Engenharia de Software presente na Universidade Federal do Ceará - Campus Russas.

**\*Obrigatório**

1. Você sabe do que se trata o processo de coleta seletiva? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Mais ou menos

2. Você acha importante um aplicativo para lhe auxiliar a realizar o processo de coleta seletiva? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Talvez

3. Você utilizaria um aplicativo que pudesse te auxiliar a realizar o processo de coleta seletiva presente na cidade de Morada Nova? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Talvez

## Figura 22 – Questionário - Página 02

01/09/2020

Coleta de requisitos - Projeto EuReciclo!

4. Dentre as funcionalidades listadas abaixo, quais você acha importante que o aplicativo contenha ?  
(Pode ser marcado mais de um item) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Informar os pontos de coleta seletiva presentes na cidade
- Informar as rotas dos caminhões que realizam o processo de coleta seletiva porta a porta
- Ser notificado quando o caminhão de coleta seletiva estiver no seu bairro
- Informar quais resíduos podem ser reciclados
- Informar como realizar a separação dos resíduos recicláveis
- Poder solicitar um pedido de coleta na sua casa/empresa

Outro:  \_\_\_\_\_

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

**APÊNDICE B – CÓDIGO DO APLICATIVO EURECICLO!**

Disponível em: <[https://github.com/ncsrbl/eureciclo\\_app](https://github.com/ncsrbl/eureciclo_app)>