



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA  
AFRO-BRASILEIRA - UNILAB  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO - IEDS**

**CALEBE DA ROCHA SILVA**

**ACARAPE SUSTENTÁVEL: UM APLICATIVO EDUCATIVO PARA PROMOVER  
A CONSCIÊNCIA AMBIENTAL E A RECICLAGEM**

**ACARAPE-CE  
2024**

**CALEBE DA ROCHA SILVA**

**ACARAPE SUSTENTÁVEL: UM APLICATIVO EDUCATIVO PARA PROMOVER  
A CONSCIÊNCIA AMBIENTAL E A RECICLAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável - IEDS da Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. José Cleiton Sousa dos Santos

**ACARAPE-CE  
2024**

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Silva, Calebe da Rocha.

S586a

Acarape sustentável: um aplicativo educativo para promover a consciência ambiental e a reciclagem / Calebe da Rocha Silva. - Redenção, 2024.

81f: il.

Monografia - Curso de Engenharia De Computação, Instituto De Engenharias E Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2024.

Orientador: Prof. Dr. José Cleiton Sousa dos Santos.

1. Reciclagem - Aplicativo. 2. Acarape. 3. Reciclagem. 4. Educação ambiental. 5. Descarte inadequado. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 363.728

---

**CALEBE DA ROCHA SILVA**

**ACARAPE SUSTENTÁVEL: UM APLICATIVO EDUCATIVO PARA PROMOVER  
A CONSCIÊNCIA AMBIENTAL E A RECICLAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável - IEDS da Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. José Cleiton Sousa dos Santos

Aprovado em: 28/11/2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Cleiton Sousa dos Santos  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rita Karoliny Chaves de Lima  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

---

Prof. Dr. John Hebert da Silva Félix  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a Deus, pois sem ele isso não seria possível. A minha mãe Ana, meu pai Carlos e minha namorada Werica por me darem apoio, meu amigo e colega de curso Misael, e os demais colegas do PFORMA: Emanuel, Diego, André, Vitória e Levi. Aos professores Cleiton e Cristiane que fazem parte do PFORMA e sempre conduziram esse projeto com muita responsabilidade e profissionalismo. Meus colegas de curso da turma 2019.1 que sempre me ajudaram. E todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

O descarte inadequado de resíduos é um problema que faz parte do cotidiano dos municípios de Acarape, muitas pessoas descartam o lixo de forma inadequada e desconhecem a prática de coleta seletiva e reciclagem, para amenizar esse problema este trabalho propõe o Acarape Sustentável como solução, um aplicativo onde pode ser encontrado informações sobre os dias em que o caminhão de coleta da secretaria de infraestrutura e meio ambiente circula em cada bairro para recolher o lixo da população, informações sobre locais adequados para descarte correto de eletrônicos, baterias, óleo de cozinha e etc. Para chegar no resultado final foram realizadas pesquisas com catadores de recicláveis e moradores. As perguntas para os catadores eram voltadas a situação de trabalho e riscos que eles enfrentam, já as perguntas para os moradores focaram em entender o conhecimento deles sobre reciclagem, coleta seletiva e cuidados com o meio ambiente, visto que o município de Acarape tem a Lagoa das Garças, que passa por toda cidade e atualmente encontra se poluída. Os moradores demonstraram não descartar o lixo corretamente, embora tendo consciência das suas ações, o que caracteriza a sessão de início do aplicativo que foca em estimular a conexão entre o usuário e Acarape, mostrando locais históricos e de lazer da cidade. Através dessa ideia buscou mitigar o descarte inadequado de resíduos em terrenos baldios, tornar a cidade um lugar mais aconchegante para a população e novos moradores e disseminar hábitos positivos por meio da educação ambiental.

**Palavras-chave:** Descarte inadequado; Coleta seletiva; Reciclagem; Educação ambiental; Acarape.

## ABSTRACT

Improper waste disposal is an issue that affects the daily lives of Acarape's residents. Many people dispose of their waste incorrectly and are unaware of selective collection and recycling practices. To mitigate this problem, this work proposes the Acarape Sustentável app as a solution, where users can find information on the days when the waste collection truck from the Department of Infrastructure and Environment circulates in each neighborhood to collect waste. It also provides information on suitable locations for the proper disposal of electronics, batteries, cooking oil, and more. To achieve the final result, surveys were conducted with recyclable material collectors and residents. Questions for the collectors focused on their working conditions and the risks they face, while questions for the residents aimed to understand their knowledge about recycling, selective collection, and environmental care, as the town of Acarape has the Lagoa das Garças, which runs through the entire city and is currently polluted. The residents showed a tendency to dispose of waste improperly, despite being aware of their actions, which inspired the app's 'Home' section to encourage a connection between the user and Acarape by showcasing the city's historical and leisure spots. Through this initiative, the aim is to reduce the improper disposal of waste in vacant lots, make the city a more welcoming place for both current and new residents, and spread positive habits through environmental education.

**Keywords:** Improper disposal; Selective collection; Recycling; Environmental education; Acarape.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Estrutura de pesquisa usada no site Web of Science para obter o banco de dados usado na análise. **19**
- Figura 2.** Crescimento de publicações e citações envolvendo meio ambiente e os demais termos contidos no fluxograma da figura 1, dados de 1 janeiro de 2010 até 31 de dezembro de 2023, imagem obtida através do banco de dados do site Web of Science. **20**
- Figura 3.** Imagem gerada no VOSviewer usando o banco de dados obtido através do Web of Science que mostra a colaboração entre os países, onde é possível observar a China como a maior colaboradora. **21**
- Figura 4.** Imagem gerada no VOSviewer usando o banco de dados obtido através do Web of Science que mostra os termos mais utilizados nas publicações de 2018 a 2020 e os vínculos entre esses termos. **24**
- Figura 5.** Parte da Lagoa das Garças próximo a estrada que dá acesso a Barreira. **26**
- Figura 6.** Captura de tela realizada no site do Governo do Estado do Ceará, demonstrando que a proteção dos recursos hídricos em Acarape é um problema antigo, visto que a publicação foi realizada em 9 de dezembro de 2010. **27**
- Figura 7.** Questionário sendo aplicado na Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente da cidade de Acarape pelo PFORMA. **28**
- Figura 8.** Questionário sendo aplicado no lixão da cidade de Acarape pelo PFORMA. **28**
- Figura 9.** Registro de um dos dias em que a pesquisa foi realizada na R. Joana De Sousa Albuquerque. **29**
- Figura 10.** Registro de um dos dias em que a pesquisa foi realizada na R. José Moreira. **29**
- Figura 11.** Gráfico que mostra a idade dos catadores entrevistados na cidade de Acarape, idades entre 22 e 63 anos. **31**
- Figura 12.** Estado civil dos catadores entrevistados em Acarape. **32**
- Figura 13.** Quantidade de filhos que os catadores entrevistados em Acarape afirmam ter, 30% afirmam ter 5 ou mais filhos. **32**
- Figura 14.** Renda que os catadores entrevistados em Acarape afirmam faturar no mês. **33**
- Figura 15.** Gráfico que mostra os catadores de recicláveis do município de Acarape que

afirmam ter conhecimento de como descartar materiais tóxicos, perigosos ou nocivos à natureza. 33

**Figura 16.** Gráfico que mostra como os catadores de recicláveis do município de Acarape consideram a situação de trabalho. 34

**Figura 17.** Quantidade de catadores que já sofreram acidente durante a reciclagem em comparação aos catadores que não sofreram acidente. 35

**Figura 18.** Descrição do acidente que os catadores sofreram, sendo 33,3% desses acidentes ocasionados por furos com agulha. 35

**Figura 19.** Como os moradores de cada bairro avaliam na pesquisa o serviço de coleta de lixo nos seus próprios bairros. 37

**Figura 20.** Número de pessoas que afirmam descartar lixo em terrenos baldios em cada bairro, somente os bairros São Benedito e São Francisco são mostrados no gráfico pois os demais bairros não houveram declarações positivas em relação a esse tipo de descarte. 37

**Figura 21.** Quantidade de anos que os moradores que descartam lixo em terrenos baldios estão morando nas suas residências, as pessoas que residem a mais tempo dominam, somando 56% do descarte inadequado. 38

**Figura 22.** Número de pessoas que descartam lixo em terrenos baldios em cada rua. 39

**Figura 23.** Itens importantes que estão inseridos na tela de horários do aplicativo. 44

**Figura 24.** Esboço criado da tela de Horários para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final da tela no aplicativo. 45

**Figura 25.** Fluxograma de representação dos dias em que cada bairro/localidade tem a coleta de lixo. Na cor laranja temos os locais, na cor verde temos os dias da semana e na cor roxa temos os motoristas responsáveis. 46

**Figura 26.** Itens importantes que estão inseridos na tela de início do aplicativo. 47

**Figura 27.** Esboço criado da tela de início para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final do tela no aplicativo. 47

**Figura 28.** Fluxograma que contém lista de locais em Acarape e suas classificações em: Local histórico, Local para se divertir e Local para praticar esporte. 48

**Figura 29.** Frases que são exibidas no *Widget* de curiosidades da tela de início do aplicativo. 49

<b>Figura 30.</b> Itens importantes que estão inseridos na tela de descarte do aplicativo.	<b>50</b>
<b>Figura 31.</b> Esboço criado da tela de descarte para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final do tela no aplicativo.	<b>51</b>
<b>Figura 32.</b> Itens importantes que estão inseridos na tela de Reciclagem do aplicativo.	<b>52</b>
<b>Figura 33.</b> Esboço criado da tela de reciclagem para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final do tela no aplicativo.	<b>52</b>
<b>Figura 34.</b> Explicação das duas soluções atuais da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente voltadas ao descarte de óleo e lixo eletrônico.	<b>53</b>
<b>Figura 35.</b> Esboço criado da tela sobre para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final do tela no aplicativo.	<b>54</b>
<b>Figura 36.</b> Dependências utilizadas no flutter inicialmente durante o desenvolvimento do aplicativo.	<b>56</b>
<b>Figura 37.</b> Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela de horários em flutter.	<b>59</b>
<b>Figura 38.</b> Nota média das avaliações dos usuários para a tela de horários, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5 o que aponta que o aplicativo funciona bem mas ainda tem margem para melhorar.	<b>60</b>
<b>Figura 39.</b> Características da tela de Início do aplicativo, tratando de informações gerais, locais e temperatura.	<b>61</b>
<b>Figura 40.</b> Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela de início em flutter.	<b>61</b>
<b>Figura 41.</b> Nota média das avaliações dos usuários para a tela de início, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5.	<b>62</b>
<b>Figura 42.</b> Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela de descarte em flutter.	<b>63</b>
<b>Figura 43.</b> Nota média das avaliações dos usuários para a tela de descarte, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5.	<b>64</b>
<b>Figura 44.</b> Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela de reciclagem em flutter.	<b>64</b>

**Figura 45.** Nota média das avaliações dos usuários para a tela de reciclagem, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5. **65**

**Figura 46.** Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela sobre em flutter. **66**

**Figura 47.** Nota média das avaliações dos usuários para a tela sobre, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5. **67**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Ruas onde o questionário com os moradores de Acarape sobre as práticas adequadas de descarte de lixo foram aplicados.	<b>30</b>
<b>Tabela 2.</b> Lista com algumas sugestões dos moradores do município para o desenvolvimento do aplicativo Acarape Sustentável.	<b>40</b>
<b>Tabela 3.</b> Lista de Requisitos Funcionais do aplicativo.	<b>41</b>
<b>Tabela 4.</b> Lista de Requisitos Não Funcionais do aplicativo.	<b>42</b>
<b>Tabela 5.</b> Descrição de cada uma das seções do aplicativo.	<b>43</b>
<b>Tabela 6.</b> Questionamentos realizados durante o processo de avaliação das telas para usuários do aplicativo.	<b>58</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b>	<b>16</b>
<b>3. JUSTIFICATIVA</b>	<b>17</b>
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Fase de Planejamento</b>	<b>25</b>
4.1.1 Pesquisa sobre o contexto de Acarape	25
4.1.1.1 <i>Levantamento das práticas dos catadores de recicláveis</i>	28
4.1.1.2 <i>Pesquisa sobre o contexto de Acarape</i>	29
4.1.2 Análise e sintetização das informações	31
4.1.2.1 <i>Levantamento das práticas dos catadores de recicláveis</i>	31
4.1.2.2 <i>Pesquisa sobre o contexto de Acarape</i>	36
4.1.2.3 <i>Propostas de conscientização ambiental</i>	39
4.1.2.4 <i>Modelagem de Requisitos</i>	41
<b>4.2 Design da Interface</b>	<b>43</b>
4.2.1 Criação da Tela de Horários	44
4.2.2 Criação da Tela de Início	46
4.2.3 Criação da Tela de Descarte	49
4.2.4 Criação da Tela de Reciclagem	51
4.2.5 Criação da Tela Sobre	53
<b>4.3 Implementação</b>	<b>54</b>
4.3.1 Escolha do Flutter para o Desenvolvimento	54
4.3.2 Utilização do Android Studio	55
4.3.3 Processo de Codificação e Estrutura do Projeto	55
<b>4.4 Testes e Manutenção</b>	<b>56</b>
4.4.1 Testes	56
4.4.2 Correções e Manutenção	57
4.4.3 Correções e Manutenção	57
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>58</b>
<b>5.1 Tela de Horários</b>	<b>58</b>
5.1.1 Feedback dos Usuários	59
<b>5.2 Tela de Início</b>	<b>60</b>
5.1.1 Feedback dos Usuários	62
<b>5.3 Tela de Descarte</b>	<b>62</b>
5.1.1 Feedback dos Usuários	64
<b>5.4 Tela de Reciclagem</b>	<b>64</b>
5.1.1 Feedback dos Usuários	65
<b>5.5 Tela de Sobre</b>	<b>66</b>

5.1.1 Feedback dos Usuários

67

**6. CONCLUSÃO**

**67**

## 1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade ambiental é um tema que tem ganhado cada vez mais espaço nas discussões atuais, mas é nas comunidades que podemos ver mudanças reais. Em Acarape, assim como em diversas pequenas cidades do Brasil, a gestão dos resíduos sólidos se apresenta como um desafio considerável. Pesquisas no município mostraram que muitos habitantes ainda possuem um entendimento limitado sobre reciclagem e frequentemente descartam o lixo de forma inadequada, o que acaba piorando a situação ambiental.

Diante dessa realidade alarmante, este trabalho propõe o desenvolvimento do aplicativo 'Acarape Sustentável'. Este recurso educativo tem como foco principal promover a conscientização acerca da proteção do meio ambiente e encorajar os moradores a adotar práticas corretas de descarte. A ideia é oferecer informações e ferramentas que auxiliem a comunidade a mudar seus hábitos e se tornarem mais conscientes em relação ao meio ambiente.

Iniciativas semelhantes em outros lugares mostram como a tecnologia pode ser uma aliada na promoção da sustentabilidade. Aplicativos que auxiliam na coleta seletiva de seus usuários como o aplicativo “Cataqui”, que também facilita o trabalho dos catadores permitindo o contato deles com pessoas que realizam a coleta seletiva (RINCON, 2021).

Outro iniciativa é o aplicativo "Meu Resíduo", que atende tanto empresas quanto cidadãos. A plataforma auxilia na gestão eficiente de resíduos industriais, comerciais e residenciais, incentivando práticas de transparência e responsabilidade ambiental (PORTAL DO MEIO AMBIENTE, 2022).

Realizamos um levantamento sobre o funcionamento da coleta de lixo na cidade, permitindo-nos identificar os principais desafios que a população enfrenta no dia a dia. Isso nos possibilitou criar um conteúdo que não só é acessível, mas que também realmente pode fazer a diferença na vida dos habitantes de Acarape. O 'Acarape Sustentável' busca engajar a

população, promovendo uma cultura de responsabilidade ecológica que pode transformar a realidade local.

## **2. OBJETIVOS**

### ***2.1 Objetivo Geral***

Desenvolver um aplicativo educativo em Flutter, chamado de Acarape Sustentável, com o objetivo de promover a consciência ambiental e incentivar práticas de reciclagem na cidade de Acarape, proporcionando à população informações sobre descarte correto de resíduos e iniciativas locais de sustentabilidade.

### ***2.2 Objetivos Específicos***

- Fornecer informações sobre pontos turísticos, históricos e de lazer em Acarape, visando fortalecer a relação da população com a cidade.
- Identificar e divulgar os locais corretos para o descarte de resíduos, categorizados por tipo de material (vidro, plástico, metal, etc.), facilitando o acesso da população a essas informações.
- Oferecer uma interface clara para que os moradores consultem os dias e bairros em que o caminhão de coleta de lixo passará, além de informar o nome do motorista responsável por cada rota.
- Apresentar iniciativas da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de Acarape voltadas à reciclagem, como o descarte adequado de óleo de cozinha e de eletrônicos, promovendo parcerias com a Unilab para o desenvolvimento de projetos sustentáveis.
- Divulgar informações sobre o aplicativo Acarape Sustentável, explicando de uma forma simples o propósito do aplicativo.

### 3. JUSTIFICATIVA

A cidade de Acarape, assim como outras cidades do Brasil, sofre com a má gestão de resíduos sólidos, esse problema pode ser amenizado se a população da cidade for educada com melhores práticas de descarte de lixo. Partindo desse ponto podemos afirmar que a falta de conhecimento sobre práticas corretas de reciclagem e a falta de cuidados com o meio ambiente prejudicaram fortemente o município de Acarape.

Um exemplo notório é a Lagoa das Garças, um patrimônio natural que fica localizado no bairro São Francisco, que infelizmente encontra-se poluída por lixo, afetando o município por completo, visto que muitas famílias tinham como sustento a venda de peixes que eram pescados nesse local. Um pequeno número de pescadores ainda se arriscam pescando no local, colocando a vida de seus familiares e clientes em perigo.

Outro cenário a ser observado é o aumento de doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*, segundo o Ministério da Saúde no ano de 2024 o estado do Ceará teve 13.260 casos prováveis de dengue do mês de janeiro até outubro. Número esse que pode ser amenizado educando adequadamente a população para o descarte correto de resíduos.

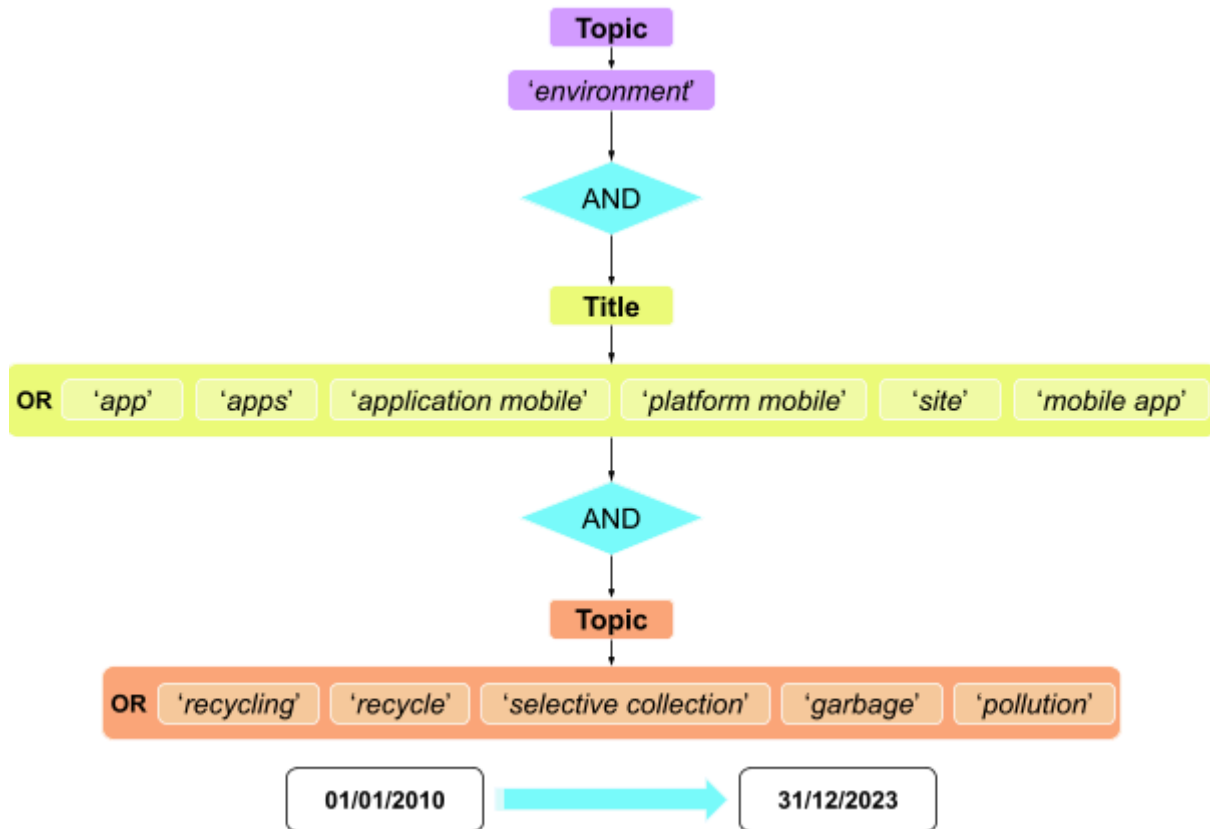
Em Acarape, apesar dos esforços da prefeitura e da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente para melhorar a coleta de lixo, a falta de informação e educação ambiental ainda persiste entre os moradores, afetando diretamente a qualidade de vida da população. Diante desse cenário surgiu a necessidade de uma solução que pudesse atuar na educação ambiental educando os moradores do município e também no apoio logístico da coleta de resíduos realizada pela prefeitura. Um aplicativo educativo pode resolver esse problema, informando a população os dias de coleta de lixo em cada bairro, auxiliando no descarte de lixo e ensinando a população sobre reciclagem.

#### 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A integração de tecnologias digitais, especialmente aplicativos móveis, tem se mostrado uma ferramenta poderosa na promoção da educação ambiental. Estudos demonstram que aplicativos móveis podem aumentar significativamente o engajamento dos usuários e promover mudanças comportamentais sustentáveis. Por exemplo, a gamificação, que é a aplicação de elementos de jogos em contextos não lúdicos, tem sido eficaz na educação ambiental ao transformar o aprendizado em uma atividade interativa e divertida.

Estudos demonstram que aplicativos móveis podem aumentar significativamente o engajamento dos usuários e promover mudanças comportamentais sustentáveis. Por exemplo, a gamificação, que é a aplicação de elementos de jogos em contextos não lúdicos, tem sido eficaz na educação ambiental ao transformar o aprendizado em uma atividade interativa e divertida. A utilização de aplicativos móveis como instrumento pedagógico no ensino de ciências ambientais pode melhorar a compreensão dos conceitos ecológicos e incentivar a participação ativa dos estudantes (NASCIMENTO, 2024). A eficácia de aplicativos móveis como ferramentas de aprendizagem na promoção da educação ambiental, tem destacando seu potencial na disseminação de conhecimento ambiental de forma dinâmica e acessível (MACIEL, 2024).

Esses estudos indicam que a adoção de tecnologias digitais na educação ambiental promovem uma maior conscientização dos usuários em práticas sustentáveis. Para se ter clareza sobre o tema e o quão importante ele é para a atualidade, neste tópico, foi realizada uma análise bibliométrica para mapear o crescimento de estudos e o uso de aplicativos como ferramentas para promover a consciência ambiental e incentivar práticas de reciclagem. A análise teve como base publicações científicas indexadas em bases de dados do site *Web of Science* de 1 de janeiro de 2010 até 31 de dezembro de 2023.



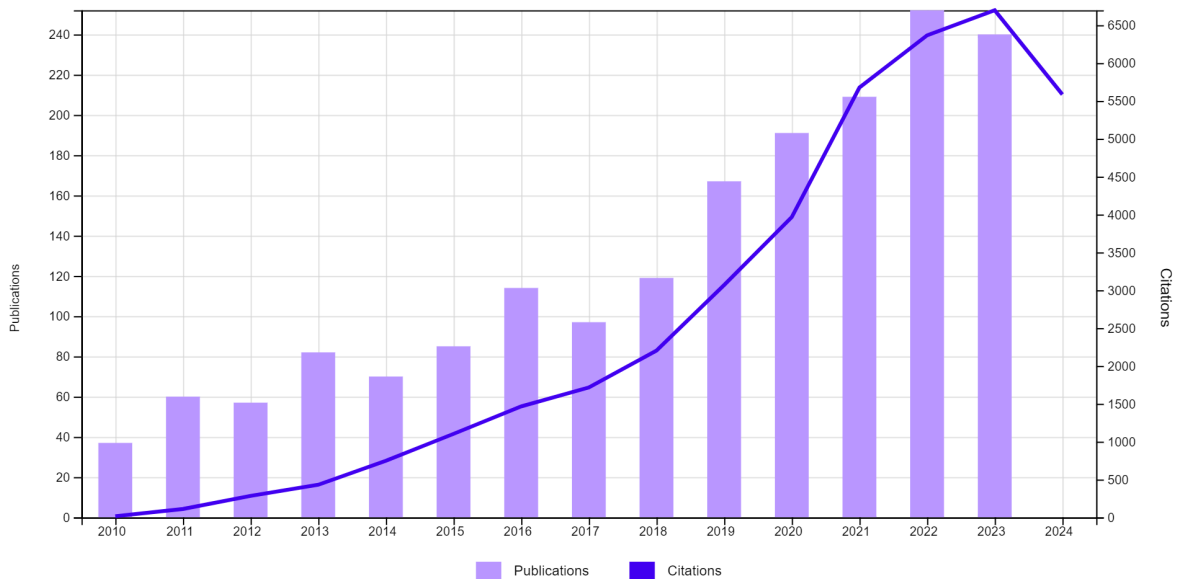
**Figura 1:** Estrutura de pesquisa usada no site *Web of Science* para obter o banco de dados usado na análise .

Com os dados obtidos usando a estrutura de pesquisa exposta na figura 1 a análise bibliométrica realizada neste trabalho deixa explícito a crescente relevância do uso de tecnologias e aplicativos na promoção da consciência ambiental e reciclagem em nível global. A disseminação de práticas sustentáveis por meio de soluções digitais tem se mostrado uma tendência consolidada, especialmente com o aumento de pesquisas e colaborações científicas internacionais. A seguir, são apresentados os resultados dessa análise.

#### ***4.1 Crescimento de Publicações sobre Tecnologia e Sustentabilidade***

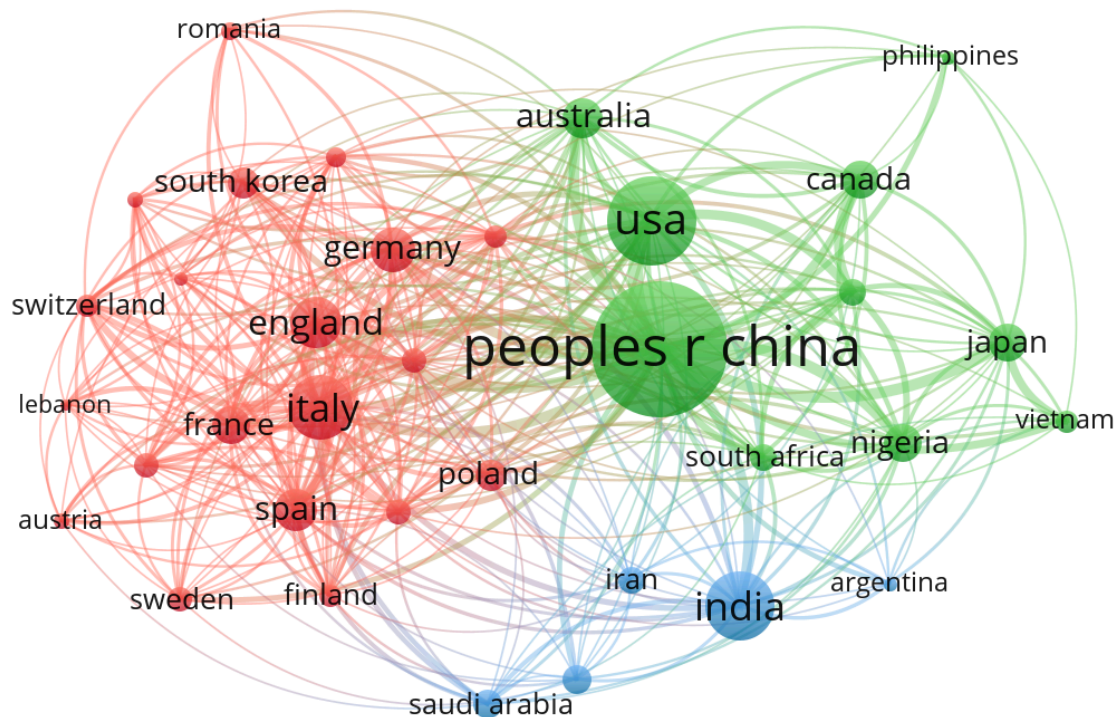
Nos últimos anos, a sustentabilidade tem se consolidado como um campo interdisciplinar, integrando aspectos sociais, ambientais e tecnológicos, sendo evidenciado na

figura 2 que mostra que a tendência dos termos envolvendo meio ambiente tem aumentado cada ano mais.



**Figura 2:** Crescimento de publicações e citações envolvendo meio ambiente e os demais termos contidos no fluxograma da figura 1, dados de 1 janeiro de 2010 até 31 de dezembro de 2023, imagem obtida através do banco de dados do site *Web of Science*.

O uso de aplicativos com foco no meio ambiente vem crescendo significativamente, especialmente após 2015, ano em que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU foram lançados. É notório que os ODS levaram em torno de 2 anos para gerar um grande aumento de volume, como podemos observar na figura 2, Essa tendência reflete a crescente conscientização e engajamento das pessoas em práticas sustentáveis (PUC-Campinas, 2020). Esse engajamento estimulado pelos ODS causaram um efeito muito positivo em todas as cidades ao redor do mundo. Visto que as causas ambientais antes disso não eram tão populares quanto são atualmente.



**Figura 3:** Imagem gerada no VOSviewer usando o banco de dados obtido através do *Web of Science* que mostra a colaboração entre os países, onde é possível observar a China como a maior colaboradora.

Usando os dados obtidos no *Web Of Science* que totalizam 1120 publicações, a figura 3 foi gerada pelo VOSviewer que permitiu mapear as redes de colaboração científica e os países mais influentes nas publicações sobre tecnologias para promover a consciência ambiental e a reciclagem. A análise revelou algumas tendências importantes. A China se destaca como o principal país em termos de produção acadêmica, tendo criado a maior parte das publicações voltadas ao meio ambiente. Isso expõe o investimento significativo do governo chinês em soluções tecnológicas para economia circular, cidades inteligentes e manejo sustentável de resíduos, com metas ambiciosas para atingir a neutralidade de carbono até 2060 (Sigma Earth, 2023). A liderança chinesa também tem influência da forte colaboração entre universidades e indústrias, além da priorização de políticas ambientais rigorosas. Para garantir o desenvolvimento urbano, a qualidade ambiental e a qualidade de

vida dos moradores, a China tem continuamente melhorado seu sistema de políticas de gestão de resíduos, o que resultou no elevado número de publicações promovendo a transformação e a modernização da gestão dos resíduos produzidos, a China gradualmente está buscando alcançar um caminho de desenvolvimento de alta qualidade, passando de uma simples coleta e descarte para uma classificação e gestão aprimorada dos resíduos (UN-HABITAT, 2023).

Os Estados Unidos aparecem logo atrás da China, com foco na inovação tecnológica e em pesquisas que combinam aspectos sociais e ambientais. O país é referência em startups sustentáveis e programas governamentais que utilizam aplicativos e plataformas digitais para engajar a população em práticas de reciclagem e consumo consciente (WORLD BANK, 2023). Também é notório as participações dos países Itália e Índia na figura 3, que como já evidenciado são atores importantes na pesquisa sobre sustentabilidade e tecnologia, embora em menor escala em comparação com os Estados Unidos e a China. A Itália se destaca pelos seus estudos voltados a transformar resíduos em insumos para a produção de novos produtos e à integração de hábitos sustentáveis na indústria do país. Eles são atualmente referência em sustentabilidade e têm sido pioneiros em programas regionais de coleta seletiva e reciclagem. Eles aderiram às diretrizes da União Europeia para descarte dos resíduos produzidos e conseguiram instaurar gestões sustentáveis em diversas partes do território italiano (WORLD ECONOMIC FORUM, 2022). A Itália recicla em torno de 76% dos resíduos urbanos e industriais, esse índice ultrapassa a média dos países da União Europeia que atualmente é de 37%. Já a Índia concentra os esforços na gestão de resíduos urbanos e na adaptação de tecnologias de baixo custo. A crescente preocupação devido ao impacto gerado no meio ambiente por causa do aumento da população tem engajado o desenvolvimento de aplicações que estimulam a separação e o descarte adequado do lixo gerado pelos habitantes, especialmente em cidades de menor porte. De acordo com a Economia UOL, as cidades da Índia já estão entre as maiores geradoras de resíduos do mundo, atualmente ela está

produzindo próximo de 62 milhões de toneladas de lixo por ano. Aproximadamente cerca de 82% desse lixo é coletado e apenas 28% é tratado e processado da forma correta (ECONOMIA UOL, 2024).

O Brasil possui uma influência mais limitada, não aparecendo entre os países mais participativos no mundo, porém nos últimos anos é perceptível um crescimento no desenvolvimento de aplicativos que promovem a sustentabilidade. Ao se aprofundar nas pesquisas podemos encontrar algumas dessas iniciativas como o aplicativo "Cataqui", que facilita a coleta seletiva de resíduos sólidos, conectando os geradores de lixo reciclável com os catadores. Esse tipo de tecnologia contribui para a economia circular e ajuda a melhorar a gestão de resíduos nas grandes cidades brasileiras (RINCON, 2021). Outra inovação encontrada é o aplicativo "Meu Resíduo", que ajuda empresas e cidadãos a monitorar a geração e destinação correta dos resíduos. A plataforma oferece ferramentas para a gestão eficiente de resíduos industriais, comerciais e residenciais, promovendo a transparência e a responsabilidade ambiental (PORTAL DO MEIO AMBIENTE, 2022). Além disso, o Brasil tem se destacado no uso de aplicativos de sustentabilidade na agricultura. O aplicativo "Plantix", por exemplo, utiliza inteligência artificial para identificar doenças nas plantas e recomendar soluções de cultivo sustentável, ajudando os agricultores a reduzir o uso de pesticidas e melhorar a produtividade de maneira ambientalmente amigável (AGROTEC, 2023). Essas iniciativas têm grande influência na proposta desse trabalho.



## **4. METODOLOGIA**

O aplicativo foi desenvolvido utilizando o Flutter, que é um *UI Toolkit* de código aberto criado pelo Google, que permite de forma simplificada a criação de aplicativos nativos para Android, iOS e Web a partir de um único código. A escolha pelo Flutter foi por conta dessa alta eficiência no desenvolvimento multiplataforma. O processo adotado seguiu as etapas de metodologias ágeis de desenvolvimento de software Scrum, divididas em: planejamento, design, implementação, testes e manutenção.

### **4.1 Fase de Planejamento**

Na fase de planejamento do aplicativo foram realizadas pesquisas voltadas ao descarte de lixo e as práticas de reciclagem que os habitantes da cidade tinham, essas pesquisas foram feitas através de entrevistas informais, fazendo perguntas aos moradores da cidade, envolvendo a aplicação de questionários e também a consulta de documentos oficiais. Foram identificados hábitos ruins na população, que por sua vez sofre com a falta de conhecimento de formas corretas para descarte correto de resíduos, a cidade também não divulga devidamente os pontos de coleta para descarte de lixo o que em partes acaba dificultando boas práticas. Com base nesses problemas a definição das funcionalidades do aplicativo foram embasadas.

#### **4.1.1 Pesquisa sobre o contexto de Acarape**

Acarape é um município que faz parte do Maciço de Baturité juntamente com os municípios: Baturité, Pacoti, Palmácia, Guaramiranga, Mulungu, Aratuba, Capistrano, Itapiúna, Aracoiaba, Redenção, Barreira e Ocara. Acarape fica localizado no interior do estado do Ceará estando a aproximadamente 61 quilômetros de distância da capital Fortaleza. A cidade possui a Lagoa das Garças que passa pelo meio do município, que atualmente está poluída por lixos despejados no local, o clima da cidade é tropical quente semi-árido e a

pluviometria média é de 1097 mm. Segundo o IBGE, 14.027 pessoas habitam no município, resultado do último censo de 2022.



**Figura 5:** Parte da Lagoa das Garças próximo a estrada que dá acesso a Barreira.

Acarape apresenta uma configuração demográfica marcada por uma predominância rural, o que exerce um impacto direto na eficácia da gestão dos serviços públicos, especialmente no que tange à coleta de resíduos sólidos. Historicamente, a cidade tem enfrentado uma série de desafios estruturais na administração dos resíduos, o que evidencia a fragilidade das políticas implementadas. A coleta de lixo que está sob a responsabilidade da administração municipal é realizada por meio de caminhões que operam em itinerários fixos em dias específicos de segunda a sexta feira, no entanto essa prática revela-se insuficiente para atender a demanda da população, principalmente nos bairros: São Benedito e São Francisco, resultando em acúmulo de lixo e práticas inadequadas de descarte.



## Ação busca proteção dos recursos hídricos em Acarape

9 DE DEZEMBRO DE 2010 - 13:59

A Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace), por meio da gerência da Área de Proteção Ambiental da Serra da Aratã e da Coordenadoria de Extensão e Educação Ambiental (Codam), realiza nesta sexta-feira (10), a partir das 8h30min, no município de Acarape, o recolhimento dos resíduos sólidos que são jogados de forma inadequada no riacho São Benedito e na lagoa das Garças. Além da limpeza, a ação contará com um trabalho de conscientização ambiental feito porta a porta, no bairro São João daquele município, visando alertar para os prejuízos ocasionados ao meio ambiente pela destinação incorreta do lixo. A ação acontece em parceria com a Prefeitura Municipal de Acarape e alunos dos colégios Maria do Carmo Bezerra (Estadual) e José Neves (Municipal) e dá continuidade à programação do Dia Nacional de Limpeza de Praias, Rios, Lagos e Lagoas, iniciado no último dia 27.

**Figura 6:** Captura de tela realizada no site do Governo do Estado do Ceará, demonstrando que a proteção dos recursos hídricos em Acarape é um problema antigo, visto que a publicação foi realizada em 9 de dezembro de 2010.

A infraestrutura do município de Acarape destinada ao manejo de resíduos sólidos é caracterizada por sua precariedade, pois o município sofre com a falta de pontos de coleta seletiva e a inexistência de centros de triagem, também não existem estações de reciclagem. Isso resulta em uma cidade em que a maioria dos resíduos gerados é direcionada para aterros e descartada de maneira imprópria, tornando os problemas ambientais de Acarape cada vez maiores. A forma de resolver esse problema é educando a população, mas a carência de políticas públicas eficazes voltadas para a reciclagem agrava essa situação, perpetuando a degradação ambiental em torno do município de Acarape.

A falta de educação ambiental faz refletir mais casos de doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, Segundo o Ministério da Saúde, em 2024 o Ceará teve 13.260 casos prováveis de dengue do mês de janeiro até outubro, número esse que está quase superando os

do ano de 2023. Essa deficiente educação ambiental da população gera a ausência de cuidado acerca do descarte irregular em terrenos baldios, cursos d'água e áreas de preservação, é fundamental que para mitigar essa situação é necessário a ampliação dos serviços de coleta, o aumento da reciclagem e a promoção de programas educativos que estimulam uma mudança cultural em relação ao manejo dos resíduos sólidos, visando à construção de uma sociedade mais consciente e responsável em sua relação com o meio ambiente.

#### 4.1.1.1 Levantamento das práticas dos catadores de recicláveis



**Figura 7:** Questionário sendo aplicado na Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente da cidade de Acarape pelo PFORMA.



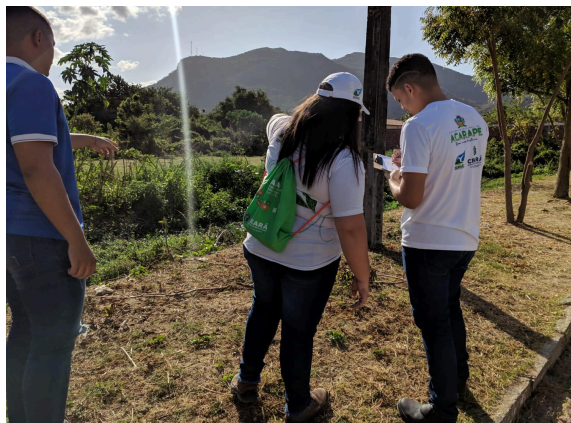
**Figura 8:** Questionário sendo aplicado no lixão da cidade de Acarape pelo PFORMA.

A pesquisa com os catadores de recicláveis foi realizada diretamente no lixão de Acarape que fica localizado na estrada entre o centro de Acarape e o distrito Canta Galo, e também na Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. O objetivo do questionário aplicado era compreender a situação de vida desses trabalhadores, os riscos a que estão expostos no ambiente de trabalho, bem como seu conhecimento sobre materiais recicláveis e práticas de reciclagem. Para garantir a inclusão de todos os catadores, os questionários foram

lidos, já que alguns deles não sabiam ler, assegurando assim a coleta completa e precisa das informações necessárias para entender as condições de trabalho.

#### 4.1.1.2 Levantamento das práticas de descarte de lixo

Para compreender as práticas de descarte de lixo da população de Acarape e avaliar o impacto dessas ações no meio ambiente local, foi realizado um levantamento detalhado baseado em entrevistas e questionários do dia 24 de outubro até o dia 3 de novembro de 2023. O principal objetivo foi investigar como os moradores do município lidam com o descarte de resíduos e identificar lacunas no conhecimento ou práticas inadequadas que possam estar contribuindo para problemas ambientais, como a poluição da Lagoa das Garças. Esse levantamento envolveu visitas a diversos bairros de Acarape, com especial atenção às regiões próximas ao córrego que desagua na Lagoa das Garças.



**Figura 9:** Registro de um dos dias em que a pesquisa foi realizada na R. Joana De Sousa Albuquerque.



**Figura 10:** Registro de um dos dias em que a pesquisa foi realizada na R. José Moreira.

Essas áreas são conhecidas por apresentarem um maior acúmulo de lixo, o que torna a análise dessas localidades fundamental para entender o impacto direto das práticas de descarte no ecossistema da lagoa. Durante as visitas, foram conduzidas entrevistas com os residentes e aplicados questionários para coletar dados sobre os hábitos de descarte de

resíduos. Os questionários incluíam perguntas sobre diversos aspectos do descarte de lixo, como a separação de resíduos recicláveis, o uso de locais adequados para o descarte de materiais perigosos, compreensão sobre o estado de poluição da Lagoa das Garças, e o conhecimento sobre a coleta seletiva. Também foi abordado o entendimento dos moradores sobre os projetos de reciclagem locais, promovidos pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de Acarape, como o descarte correto de eletrônicos e óleo de cozinha.

**Tabela 1**

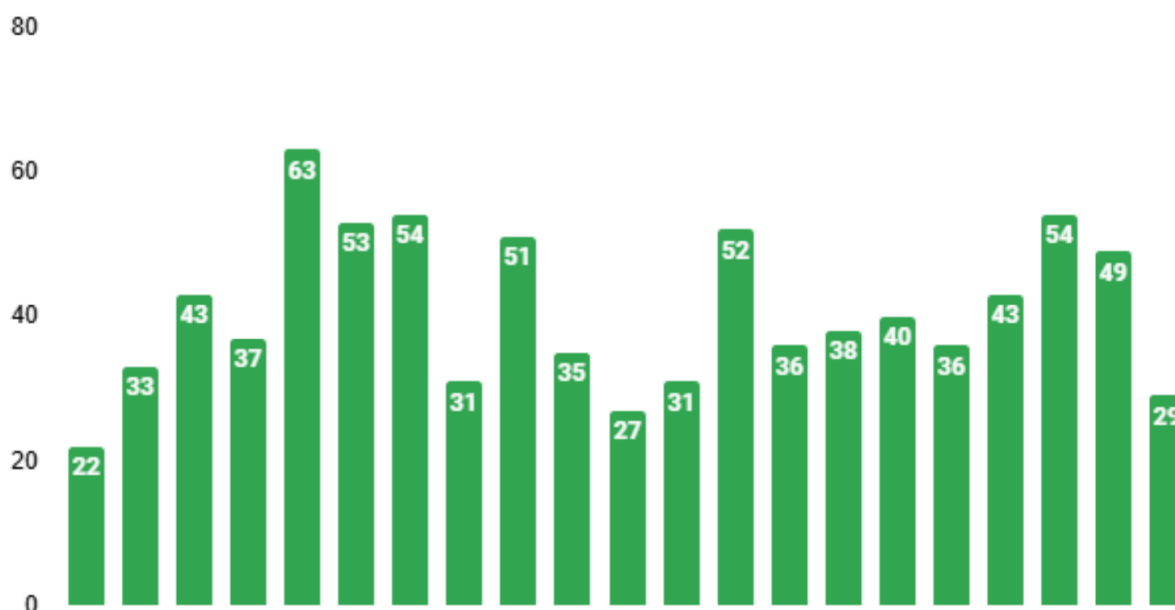
Ruas onde o questionário com os moradores de Acarape sobre as práticas adequadas de descarte de lixo foram aplicados.

	<b>Nome da Rua</b>	<b>Bairro</b>
1	Cícero Araújo - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
2	Estrada Nova - Acarape - CE, 62785-000	São Benedito
3	Frota Gonçalves Lopes - Acarape - CE, 62785-000	São Benedito
4	Geraldo de Almeida Fraga - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
5	Gilberto Bernardo da Silva - Acarape - CE, 62785-000	Sítio Marrecas
6	Joana de Sousa Albuquerque - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
7	José Arnaldo Lima - Acarape - CE, 62785-000	São Benedito
8	José Moreira - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
9	José de Pontes - Acarape - CE, 62785-000	Centro
10	Maria Joana de Carvalho - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
11	Padre Barros - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
12	Padre Cícero (conjunto) - Acarape - CE, 62785-000	São Benedito
13	Pedro Jerônimo da Silva - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
14	Raimundo Antero - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
15	Raimundo Florêncio do Nascimento - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco
16	Rua da Lagoa - Acarape - CE, 62785-000	São Francisco

## 4.1.2 Análise e sintetização das informações

Nesta seção, foram analisados os dados obtidos a partir das pesquisas realizadas sobre as práticas dos catadores de recicláveis e o descarte de lixo em Acarape.

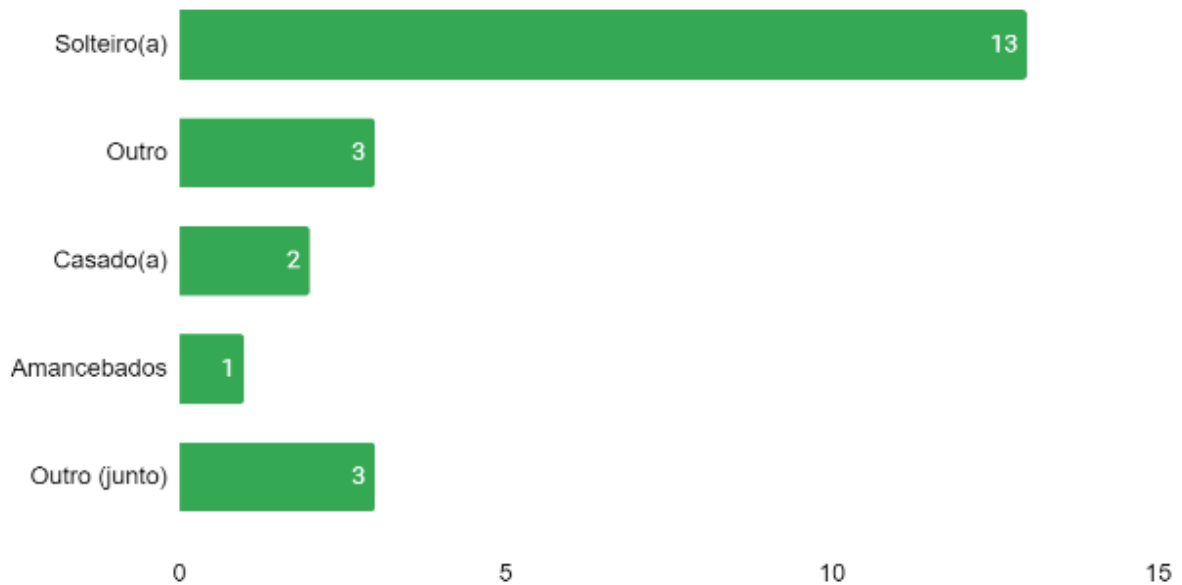
### 4.1.2.1 Levantamento das práticas dos catadores de recicláveis



**Figura 11:** Gráfico que mostra a idade dos catadores entrevistados na cidade de Acarape, idades entre 22 e 63 anos.

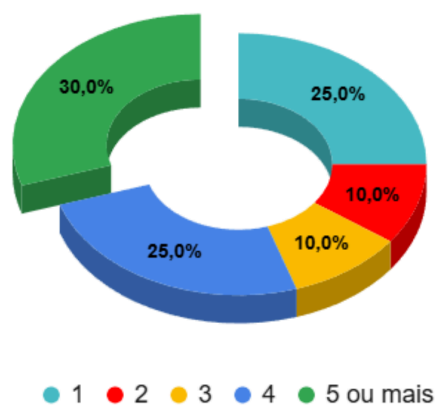
Os catadores da cidade de Acarape têm idades bem diversificadas, entre 22 e 63 anos, demonstrando que esse trabalho abrange diferentes faixas etárias. Com base nas informações detalhadas coletadas diretamente dos catadores, surge uma compreensão mais aprofundada da diversidade presente neste grupo, abrangendo indivíduos desde jovens até aqueles mais maduros. No entanto, uma tendência distintiva é observada, destacando a predominância do estado civil "solteiro" entre esses trabalhadores, muitas vezes associado à responsabilidade adicional de sustentar mais de dois filhos. Isso ressalta implicações significativas nas dinâmicas familiares e econômicas desses indivíduos. A predominância do estado civil "solteiro" sugere que muitos catadores enfrentam o desafio de prover e cuidar de suas

famílias sem o suporte de um parceiro ou cônjuge, colocando uma carga substancial sobre eles, como observado na figura 12.



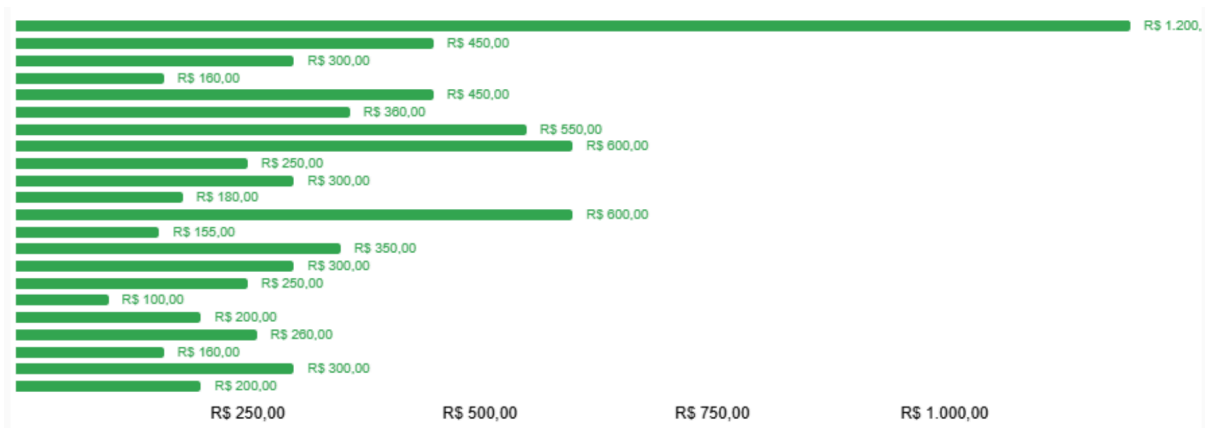
**Figura 12:** Estado civil dos catadores entrevistados em Acarape.

Em face das condições de trabalho frequentemente árduas e instáveis enfrentadas por esses catadores, a obtenção de uma renda minimamente razoável se torna essencial para garantir o bem-estar de suas famílias visto que 30% desses trabalhadores têm 5 ou mais filhos.



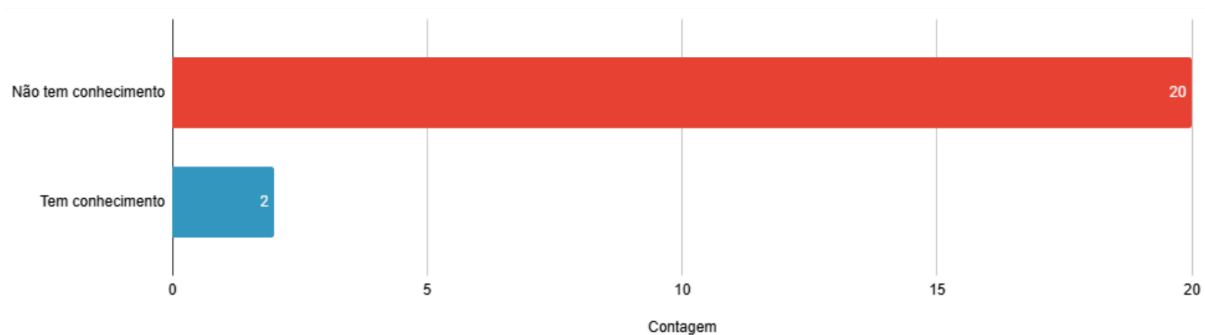
**Figura 13:** Quantidade de filhos que os catadores entrevistados em Acarape afirmam ter, 30% afirmam ter 5 ou mais filhos.

A média mensal de renda dos catadores é 360 reais. Essa quantia se revela inadequada, especialmente quando ponderamos que a maioria desses trabalhadores é responsável pelo sustento de cinco ou mais filhos como mostrado na figura 14.



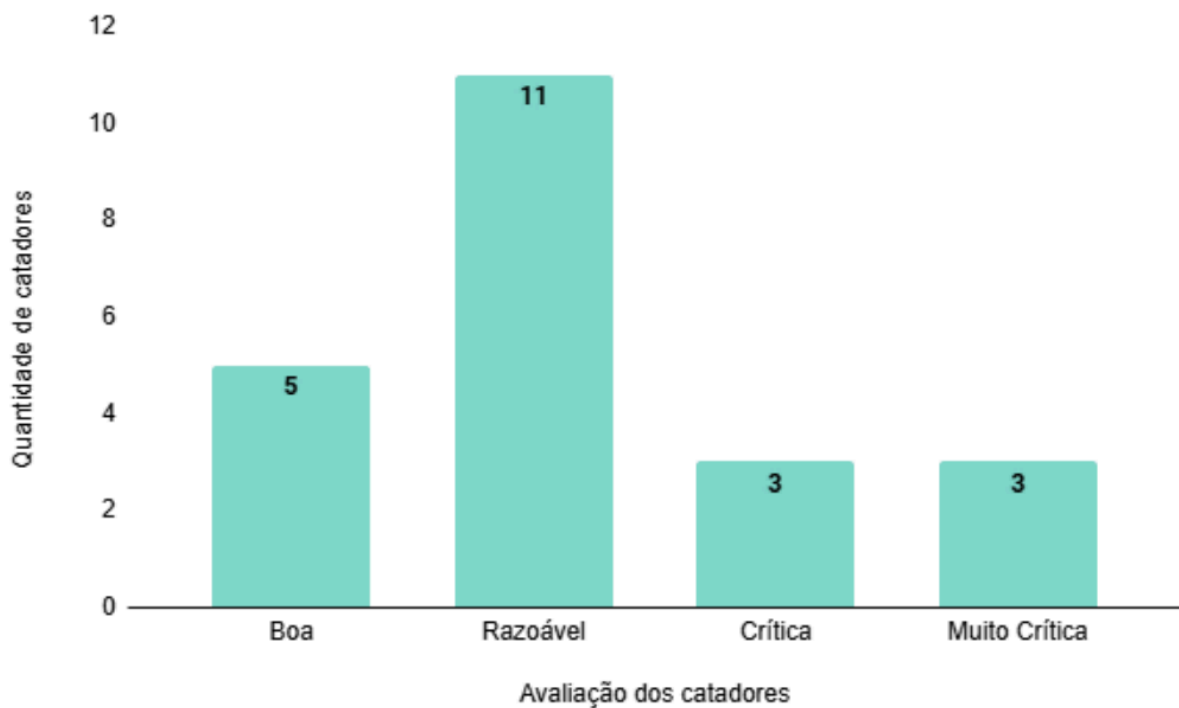
**Figura 14:** Renda que os catadores entrevistados em Acarape afirmam faturar no mês.

A pesquisa revelou que a maioria dos catadores de recicláveis enfrenta condições de trabalho precárias, expostos a riscos diários de acidentes e doenças devido à falta de equipamentos de proteção individual (EPI) e às condições insalubres do lixão. Muitos desses trabalhadores, por exemplo, lidam diretamente com resíduos perigosos sem a devida proteção, aumentando sua vulnerabilidade a problemas de saúde.



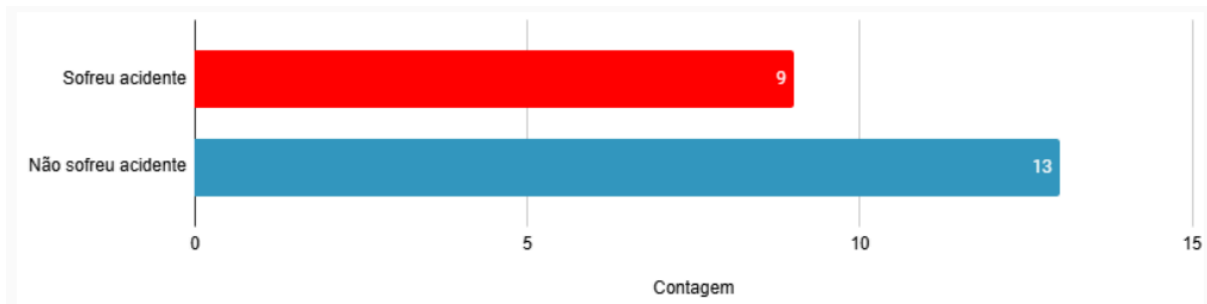
**Figura 15:** Gráfico que mostra os catadores de recicláveis do município de Acarape que afirmam ter conhecimento de como descartar materiais tóxicos, perigosos ou nocivos à natureza.

Em relação ao conhecimento sobre materiais recicláveis, observou-se que, embora a maioria dos catadores consiga identificar os tipos de materiais que podem ser reaproveitados, existe uma falta de informação mais profunda sobre a reciclagem correta de alguns resíduos, como eletrônicos, óleo de cozinha e materiais inflamáveis, como é mostrado no gráfico da figura 15.



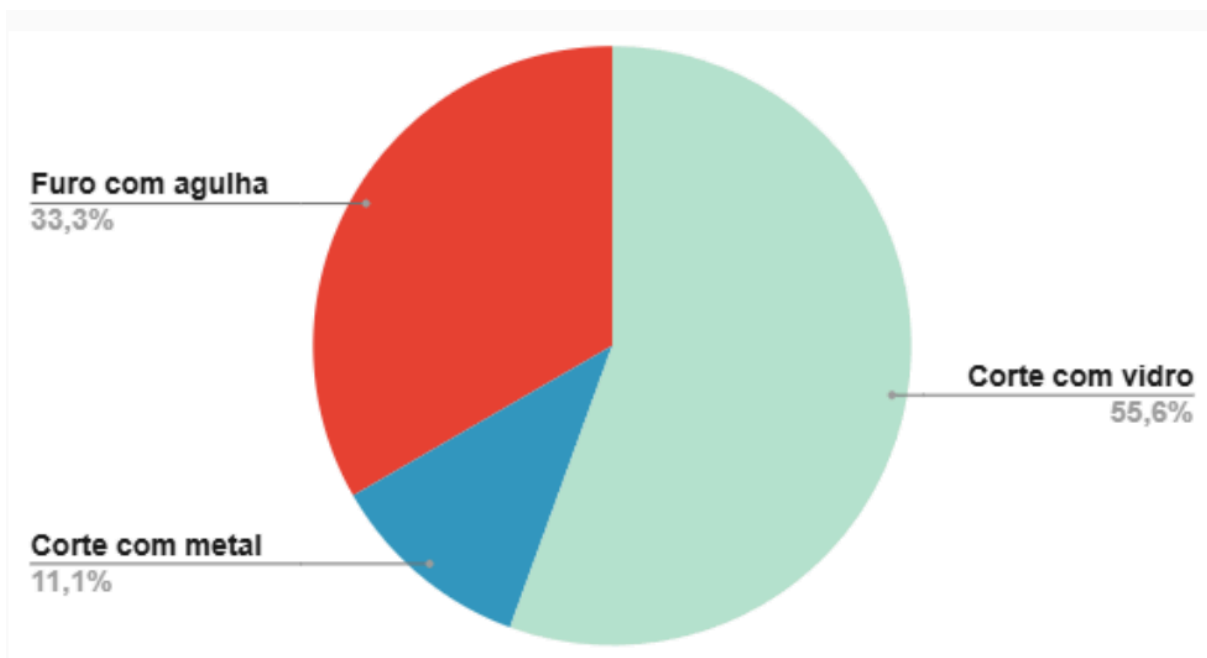
**Figura 16:** Gráfico que mostra como os catadores de recicláveis do município de Acarape consideram a situação de trabalho.

Como é notório na figura 16 que ilustra a percepção dos catadores sobre suas próprias condições de trabalho, revela uma realidade inquietante. A análise dos dados mostra que 13,6% dos entrevistados classificam suas condições de trabalho como insatisfatórias. Esse sentimento ressalta as adversidades significativas que esses trabalhadores enfrentam diariamente.



**Figura 17:** Quantidade de catadores que já sofreram acidente durante a reciclagem em comparação aos catadores que não sofreram acidente.

Os catadores passam por desafios físicos consideráveis relacionados ao manuseio e transporte de resíduos visto que as condições precárias reveladas pelos dados destacam a necessidade urgente de melhorias substanciais para garantir que esses profissionais possam realizar suas tarefas de maneira digna e segura, como é notório na Figura 17 o grande número de catadores que já sofreram acidente durante as coletas de lixo. Uma das formas de melhorar as condições de trabalho dos catadores é através do aprimoramento do processo de descarte e separação de resíduos.



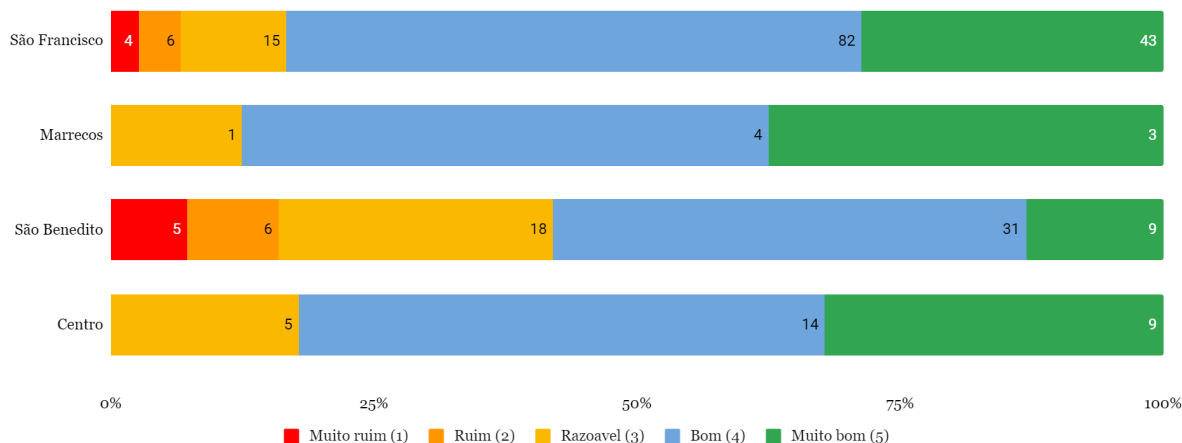
**Figura 18:** Descrição do acidente que os catadores sofreram, sendo 33,3% desses acidentes ocasionados por furos com agulha.

Usando o aplicativo de forma a fornecer informações de locais onde o lixo pode ser descartado corretamente, isto é, separado adequadamente de acordo com o seu tipo de material, isso permitiria que os catadores pudessem coletar somente o material que procuram, sem correr o risco de se cortar com vidro ou se infectar com alguma doença proveniente de lixo hospitalar, já que há um grande número de acidentes com furos de agulha como é possível observar na figura 18.

#### **4.1.2.2 Levantamento das práticas de descarte de lixo**

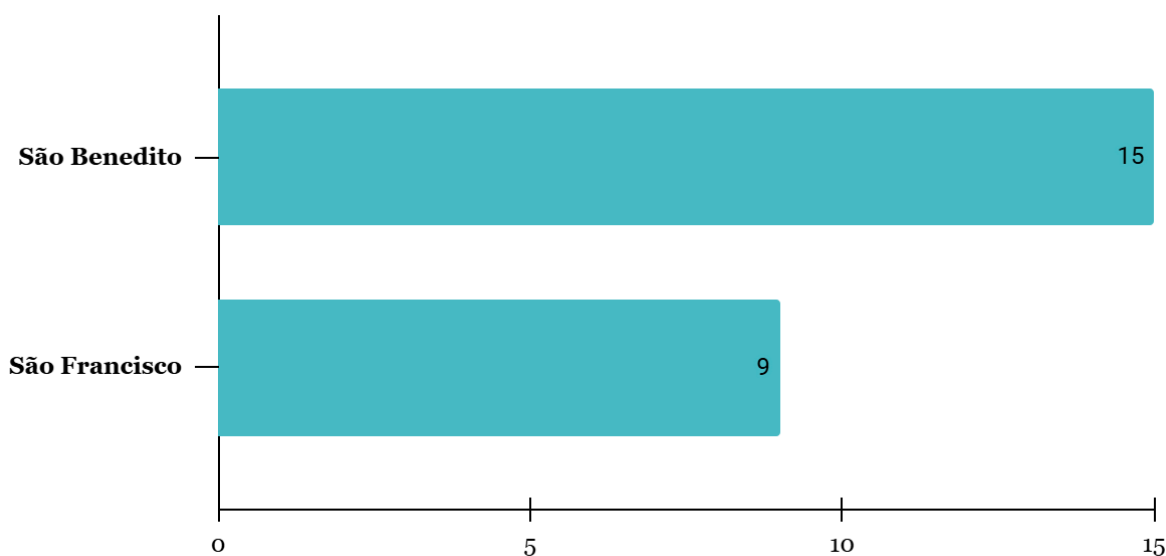
No que diz respeito às práticas de descarte de lixo pela população de Acarape, os dados mostram que ainda há uma grande resistência da população a respeito da falta de conscientização quanto à separação de resíduos para reciclagem, muitos moradores misturam resíduos recicláveis com orgânicos e descartam de forma incorreta, o que compromete a eficácia do processo de coleta seletiva e dificulta o trabalho dos catadores. Além disso, o estudo apontou que o conhecimento sobre o descarte adequado de resíduos como eletrônicos e óleo de cozinha é bastante limitado entre a população. Isso faz com que esses materiais sejam frequentemente descartados no lixo comum, gerando impactos ambientais negativos e desperdiçando recursos que poderiam ser reciclados.

A análise das avaliações sobre o serviço de coleta de lixo, conforme ilustrado na Figura 19, revelou um padrão significativo que merece destaque. Em particular, o bairro São Benedito emergiu como o local com as avaliações mais negativas em comparação com outros bairros. Essa constatação é notável, considerando que, em geral, a maioria dos bairros avaliou o serviço de coleta de lixo de forma predominantemente positiva. No entanto, o bairro São Benedito se destaca por uma proporção significativa de 39,47% das avaliações sendo inferiores à nota 4.



**Figura 19:** Como os moradores de cada bairro avaliam na pesquisa o serviço de coleta de lixo nos seus próprios bairros.

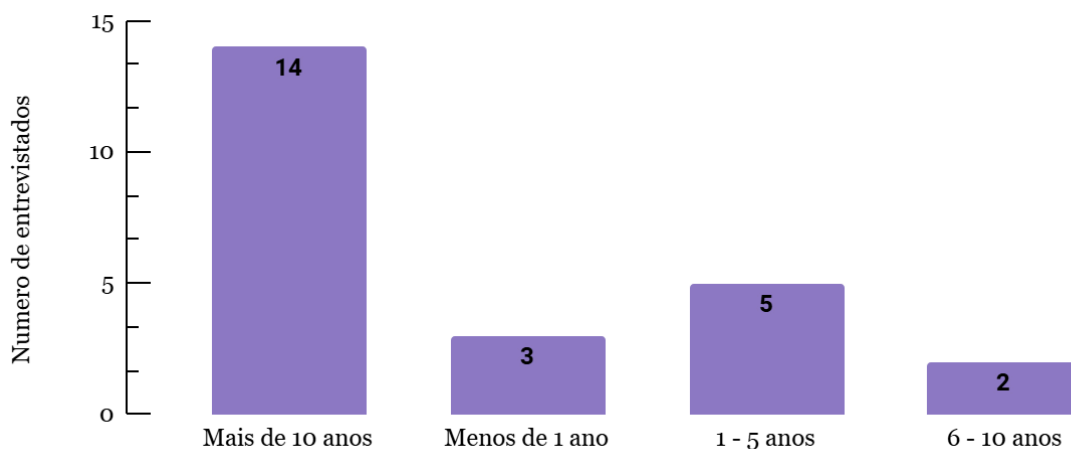
Esse resultado sugere uma percepção mais crítica por parte dos residentes do São Benedito em relação à eficiência e qualidade do serviço de coleta de lixo. A elevada porcentagem de avaliações abaixo da nota 4 indica claramente que há áreas de insatisfação e preocupação que precisam de atenção imediata, podemos observar na figura 19 que o próximo bairro mais desfavorável em relação a coleta é o São Francisco, que possui 16,66% de notas abaixo do considerado bom pelos moradores. O volume substancial de feedback negativo em relação a esse serviço específico nesses bairros aponta para possíveis deficiências ou problemas que os residentes estão enfrentando.



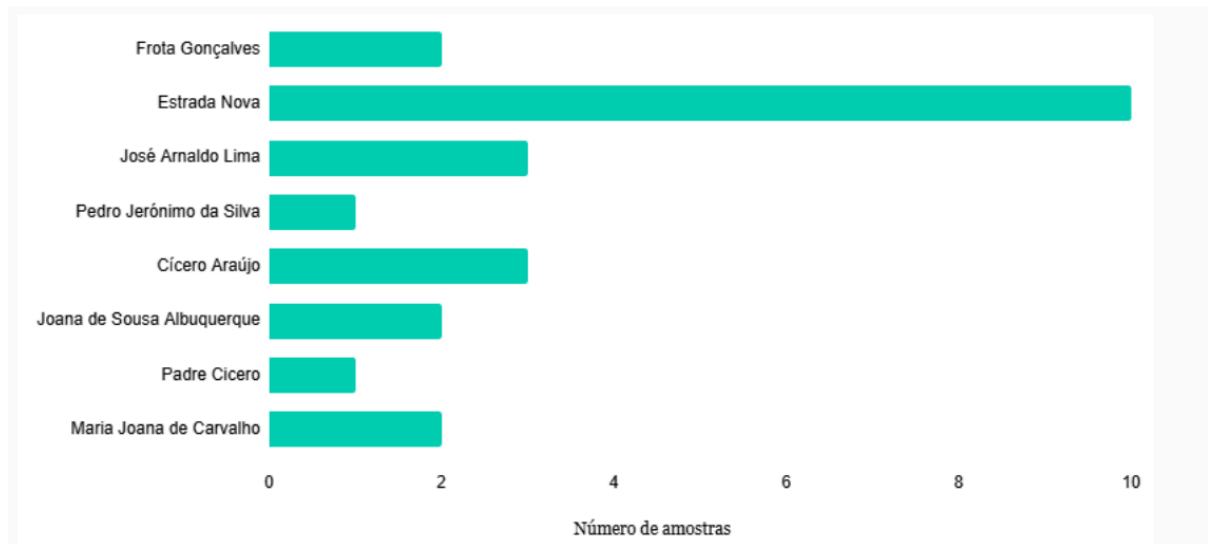
**Figura 20:** Número de pessoas que afirmam descartar lixo em terrenos baldios em cada bairro, somente os bairros São Benedito e São Francisco são mostrados no gráfico pois os demais bairros não houveram declarações positivas em relação a esse tipo de descarte.

A análise dos dados revela uma preocupação crescente com a disparidade no descarte de resíduos em terrenos baldios entre diferentes regiões de Acarape. O bairro São Benedito, em particular, apresenta uma quantidade de descarte de resíduos em terrenos baldios que é quase o dobro da observada em São Francisco, como ilustrado na figura 20. Essa discrepância é alarmante e destaca ações que devem ser abordadas com urgência.

Nos bairros Centro e Marrecos, não foram encontradas pessoas que afirmam descartar lixo em terrenos baldios, o que evidencia uma gestão de resíduos mais eficiente e uma maior conscientização ambiental nesta área. Esse contraste acentua ainda mais os problemas enfrentados pelo São Benedito, sugerindo que essa região enfrenta questões únicas relacionadas à gestão de resíduos. Vários fatores podem contribuir para essa situação, incluindo uma alta densidade populacional, falta de conscientização sobre práticas ambientais, deficiências na infraestrutura de coleta de lixo ou questões socioeconômicas que influenciam os hábitos de descarte dos residentes. Esses elementos devem ser considerados para entender as raízes do problema e desenvolver soluções eficazes.



**Figura 21:** Quantidade de anos que os moradores que descartam lixo em terrenos baldios estão morando nas suas residências, as pessoas que residem a mais tempo dominam, somando 56% do descarte inadequado.



**Figura 22:** Número de pessoas que descartam lixo em terrenos baldios em cada rua.

Outro aspecto relevante que pode ser observado, na figura 21 podemos visualizar o tempo de residência dos indivíduos que frequentemente descartam lixo em terrenos baldios. Notavelmente, os moradores que vivem em suas residências há mais de 10 anos são os que mais frequentemente recorrem a esse tipo de descarte inadequado. Esse padrão sugere uma possível correlação entre a longevidade da residência e o comportamento de descarte de resíduos sólidos. A figura 21 expõe que moradores de longa data podem estar mais enraizados em práticas históricas da comunidade, visto que 56% dos casos de descarte em terrenos baldios partem dos habitantes que estão a mais de 10 anos na cidade, mesmo diante de mudanças nos serviços de coleta de lixo, esses residentes ainda mantêm práticas de descarte que foram comuns no passado.

#### 4.1.2.3 Propostas de conscientização ambiental

Para promover uma mudança significativa no comportamento da população de Acarape em relação à gestão de resíduos e à preservação ambiental, o aplicativo Acarape

Sustentável pode adotar várias estratégias baseadas nas sugestões da própria comunidade.

Aqui estão algumas propostas destacadas por residentes locais:

## **Tabela 2**

Lista com algumas sugestões dos moradores do município para o desenvolvimento do aplicativo Acarape Sustentável

Sugestão para o desenvolvimento do aplicativo	
Morador 1	"Seria ótimo ter guias e tutoriais dentro do aplicativo, explicando claramente como separar e descartar os materiais recicláveis. Vídeos curtos e textos fáceis de entender ajudariam bastante."
Morador 2	"Um mapa interativo no aplicativo que mostre onde ficam os pontos de coleta seletiva e de descarte especial seria excelente. Isso nos ajudaria a encontrar facilmente os lugares corretos para deixar nossos resíduos."
Morador 3	"Informar os horários e rotas dos caminhões de lixo no aplicativo ajudaria a planejar melhor o descarte do lixo, evitando que ele fique acumulado em casa."
Morador 2	"O aplicativo poderia ter campanhas educativas que falem sobre reciclagem e gestão de resíduos. Conteúdos visuais e informações atraentes incentivariam a gente a adotar melhores práticas."
Morador 4	Seria bom poder relatar no aplicativo problemas como lixo acumulado ou locais inadequados para descarte. Isso ajudaria a melhorar a limpeza e o gerenciamento dos resíduos na cidade."
Morador 2	"Poderia ser criado desafios entre os bairros para ver quem faz a melhor coleta seletiva? Oferecer pequenas recompensas ou reconhecimento para os participantes engajados pode motivar mais pessoas a participar."
Morador 5	"Acho que o aplicativo poderia colaborar com as escolas para promover a educação ambiental entre as crianças. Isso ajudaria a formar bons hábitos desde cedo."
Morador 1	Seria interessante se o aplicativo pudesse trabalhar com empresas e organizações locais para promover práticas sustentáveis e apoiar projetos comunitários. Divulgar essas parcerias e eventos no aplicativo pode aumentar a participação."

Embora todas essas sugestões sejam valiosas, é importante reconhecer que algumas delas podem ser mais difíceis de implementar imediatamente. Por exemplo, a criação de

desafios comunitários e a colaboração extensiva com empresas e escolas podem exigir mais tempo e recursos. No entanto, as propostas mais práticas, como um mapa de pontos de coleta, podem ser realizadas mais rapidamente.

#### 4.1.2.4 Modelagem de Requisitos

A modelagem de requisitos para o aplicativo descreve as funcionalidades e especificações necessárias para o desenvolvimento, a fim de alcançar seus objetivos principais de promover a conscientização ambiental e orientar os moradores de Acarape sobre o descarte adequado de lixo e a reciclagem. Abaixo está uma modelagem de requisitos dividida entre requisitos funcionais e não funcionais:

**Tabela 3**  
Lista de Requisitos Funcionais do aplicativo.

Requisitos Funcionais		
Tela	Requisito	Descrição
Tela de Início	RF01	O aplicativo deve exibir informações sobre a cidade de Acarape, como curiosidades
	RF02	O aplicativo deve exibir informações sobre locais de interesse ( locais para diversão, esportes e pontos históricos)
Tela de Descarte	RF03	O aplicativo deve listar os locais adequados para o descarte de diferentes tipos de lixo (orgânico, reciclável, eletrônicos, etc.).
	RF04	O aplicativo deve permitir que o usuário visualize a descrição dos locais de descarte.
	RF05	O aplicativo deve incluir um botão que, ao ser clicado, abre a localização do local de descarte no Google Maps.
Tela de Horários	RF06	O aplicativo deve exibir os dias de coleta de lixo por bairro.
	RF07	O aplicativo deve informar o nome do motorista

		responsável pelo caminhão de lixo em cada rota.
Tela de Reciclagem	RF08	O aplicativo deve fornecer informações sobre os projetos de reciclagem promovidos pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de Acarape.
	RF09	O aplicativo deve apresentar detalhes sobre o descarte adequado de materiais recicláveis, como óleo de cozinha e eletrônicos.
	RF10	O aplicativo deve oferecer dicas e orientações sobre práticas sustentáveis.
Tela Sobre	RF11	O aplicativo deve fornecer informações sobre o projeto, sua missão e os responsáveis pelo desenvolvimento do aplicativo.
	RF12	O aplicativo deve exibir informações sobre parcerias e colaborações com instituições locais.
Funcionalidades de Navegação	RF13	O aplicativo deve incluir uma barra de navegação que permita ao usuário acessar as diferentes telas: Início, Descarte, Horários, Reciclagem e Sobre.
	RF14	O aplicativo deve permitir que o usuário volte para a tela inicial de qualquer outra tela, de forma intuitiva.

**Tabela 4**  
Lista de Requisitos Não Funcionais do aplicativo.

Requisitos Funcionais		
Tela	Requisito	Descrição
Desempenho	RNF01	O aplicativo deve carregar as informações em até 2 segundos ao mudar de tela.
	RNF02	O aplicativo deve ser responsivo e funcionar corretamente em diferentes tamanhos de tela (smartphones e tablets).
Usabilidade	RNF03	O design do aplicativo deve ser intuitivo, priorizando a facilidade de uso por pessoas de todas as idades e níveis de habilidade tecnológica.
	RNF04	A tipografia e o espaçamento devem ser

		otimizados para uma leitura fácil.
Compatibilidade	RNF05	O aplicativo deve ser compatível com dispositivos Android, podendo ser adaptado para iOS futuramente.
	RNF07	O aplicativo deve ter uma versão web.
Segurança	RNF08	O aplicativo deve garantir que dados sensíveis, como informações de localização, sejam manipulados de maneira segura, seguindo boas práticas de privacidade.
Manutenção	RNF09	O aplicativo deve ser desenvolvido de maneira modular, permitindo fácil atualização de informações, como mudanças nos horários de coleta ou adição de novos locais de descarte.
Sustentabilidade	RNF10	O aplicativo deve minimizar o uso de recursos do dispositivo, como bateria e dados móveis, para ser sustentável tanto para o meio ambiente quanto para os usuários.

## 4.2 Design da Interface

Com base nas necessidades identificadas, o design da interface foi pensado para ser intuitivo e acessível a usuários de diferentes níveis de familiaridade com a tecnologia. O design seguiu princípios de UX/UI com foco na simplicidade e usabilidade, assegurando que o aplicativo fosse fácil de navegar. O uso de *widgets* com fontes maiores irá tornar a experiência mais agradável para o usuário. As seções do aplicativo foram organizadas conforme suas funções principais: Início, Descarte, Horários, Reciclagem e Sobre.

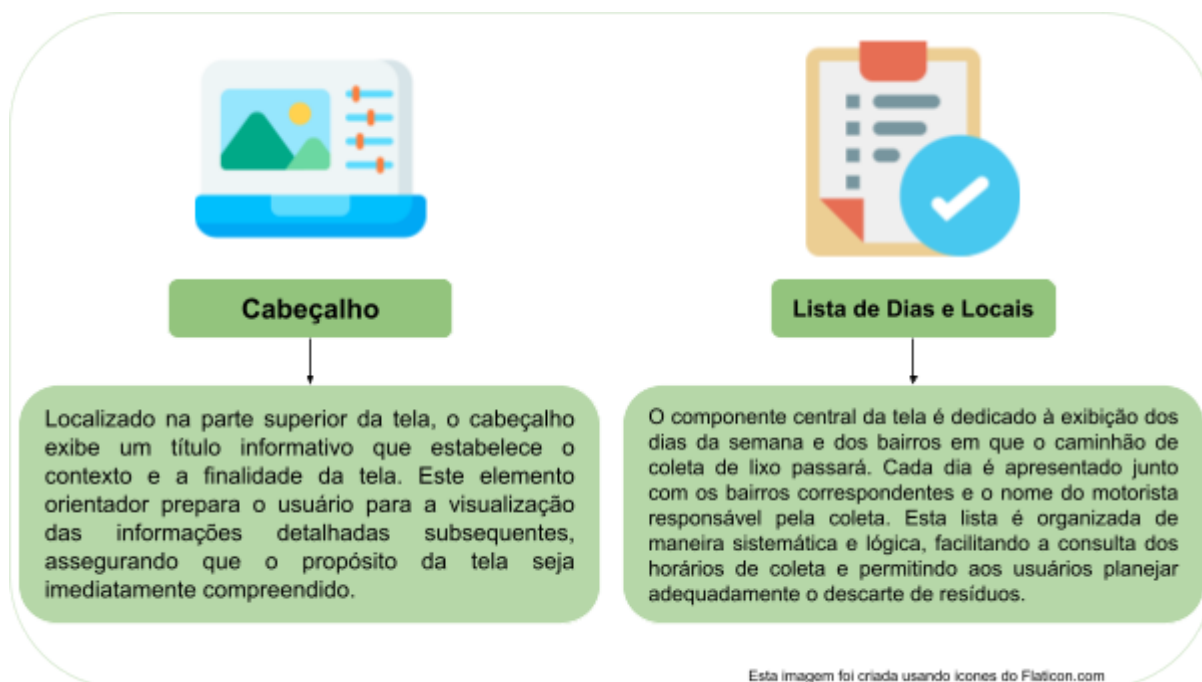
**Tabela 5**  
Descrição de cada uma das seções do aplicativo

Seção:	Descrição:
Início	Desenvolvida para exibir curiosidades sobre a cidade de Acarape, informações sobre o clima e recomendações de pontos de lazer, prática de esportes e locais históricos. Utilizou-se widgets dinâmicos.
	Construída como uma lista de locais para descarte correto de diferentes tipos de resíduos, categorizada por material. As informações foram

Descarte	inicialmente baseadas em dados fornecidos pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de Acarape, com a previsão de expansão conforme novos pontos de descarte sejam instalados.
Horários	Apresenta os dias em que o caminhão de coleta de lixo passa pelos bairros de Acarape, além de informar o nome do motorista responsável. Essas informações foram obtidas diretamente da administração municipal.
Reciclagem	Exibe projetos desenvolvidos pela Secretaria de Infraestrutura em parceria com a Unilab, como a coleta de óleo usado e descarte adequado de eletrônicos. Nesta seção, foi dada ênfase à importância da reciclagem e à conscientização ambiental.
Sobre	Exibe projetos desenvolvidos pela Secretaria de Infraestrutura em parceria com a Unilab, como a coleta de óleo usado e descarte adequado de eletrônicos. Nesta seção, foi dada ênfase à importância da reciclagem e à conscientização ambiental.

A primeira tela criada foi a de Horários, que teve como objetivo fornecer informações claras sobre os dias em que o caminhão de coleta de lixo passaria por cada bairro da cidade de Acarape, bem como o nome do motorista responsável pela coleta em cada dia.

#### 4.2.1 Criação da Tela de Horários



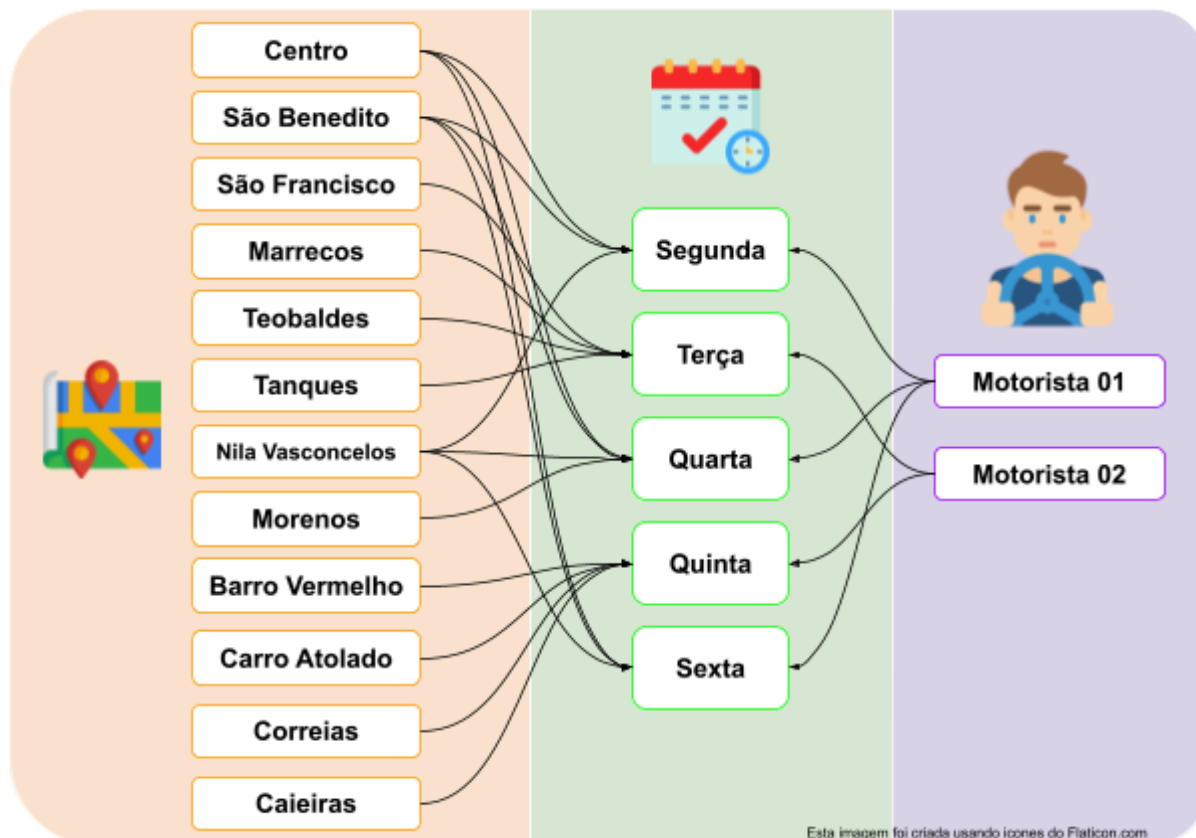
**Figura 23:** Itens importantes que estão inseridos na tela de horários do aplicativo.

A tela de Horários do aplicativo foi desenvolvida com o objetivo de otimizar a consulta aos dias de coleta de lixo. De acordo com o que foi apresentado na figura 23, o esboço do design da tela de ‘Horários’ é exibido logo a seguir na figura 24.



**Figura 24:** Esboço criado da tela de Horários para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final da tela no aplicativo.

As informações obtidas na secretaria de infraestrutura e meio ambiente sobre os dias de coleta do caminhão do lixo estão representadas no fluxograma da figura 25. Que após a criação da tela no aplicativo será usada para alimentar a tela de horários.



**Figura 25:** Fluxograma de representação dos dias em que cada bairro/localidade tem a coleta de lixo. Na cor laranja temos os locais, na cor verde temos os dias da semana e na cor roxa temos os motoristas responsáveis.

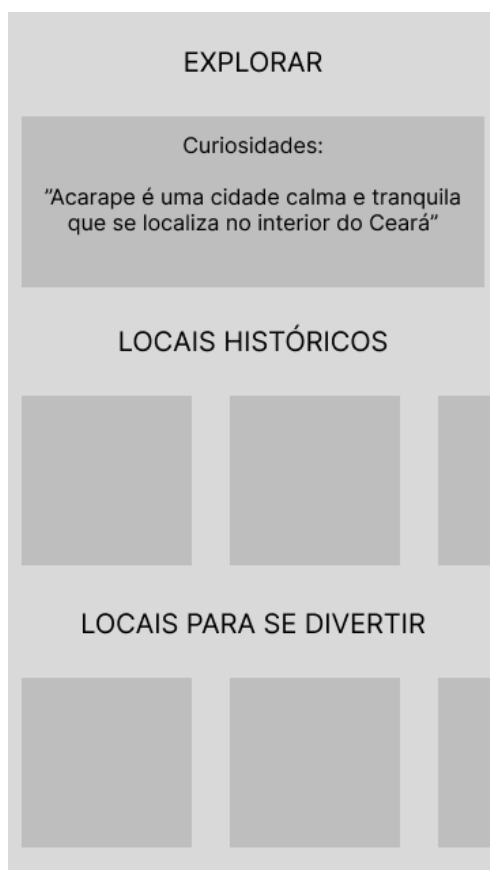
#### 4.2.2 Criação da Tela de Início

A tela de início foi projetada para fornecer aos usuários informações sobre Acarape, incluindo curiosidades, e sugestões de locais para lazer, prática de esportes e visitação de pontos históricos. Essas características levam em consideração que os moradores precisam se sentir acolhidos pela cidade, para que tendo o sentimento de pertencimento possam cuidar melhor dela.



**Figura 26:** Itens importantes que estão inseridos na tela de início do aplicativo.

De acordo com o que foi apresentado na figura 26, o esboço do design da tela de Início é exibido logo a seguir na figura 27. Onde podemos ver o *widget* de Curiosidades na parte superior, e os demais widgets de locais abaixo dele.

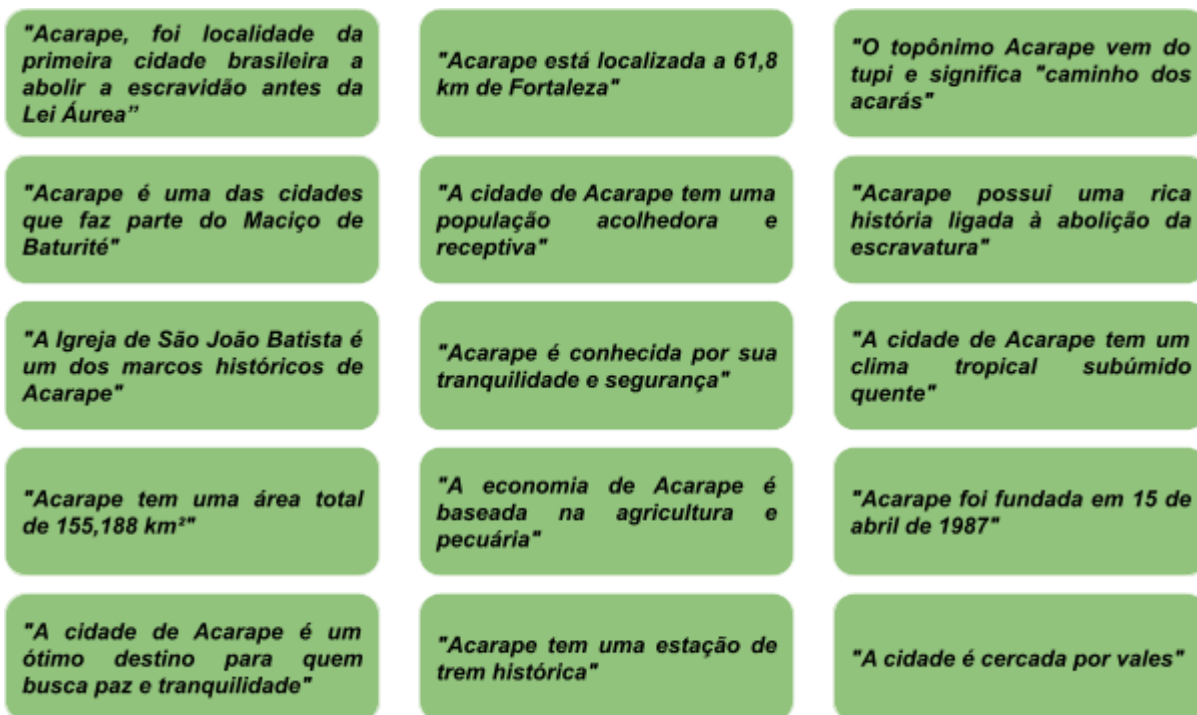


**Figura 27:** Esboço criado da tela de início para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final do tela no aplicativo.

Os locais catalogados para exibição na tela de início do aplicativo estão visíveis no fluxograma da figura 28, esses locais serão atualizados posteriormente para que o aplicativo tenha mais informações.



**Figura 28:** Fluxograma que contém lista de locais em Acarape e suas classificações em: Local histórico, Local para se divertir e Local para praticar esporte.



**Figura 29:** Frases que são exibidas no Widget de curiosidades da tela de início do aplicativo.

Além dessa divisão de locais, na tela de início também existe um widget que mostra curiosidades, atualmente ele está com um total de 15 curiosidades que posteriormente também serão atualizadas na medida que o aplicativo for atualizado. Essas curiosidades contribuem para que os usuários se familiarizem com o município. As curiosidades podem ser lidas na figura 29.

#### 4.2.3 Criação da Tela de Descarte

O design da tela de Descarte foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar os usuários que procuram locais corretos para o descarte de resíduos. Para ajudar na identificação dos locais e ter uma interface agradável pro usuário foram classificados como necessários os seguintes itens: Local, descrição, botão para abrir o mapa e imagem.



**Figura 30:** Itens importantes que estão inseridos na tela de descarte do aplicativo.

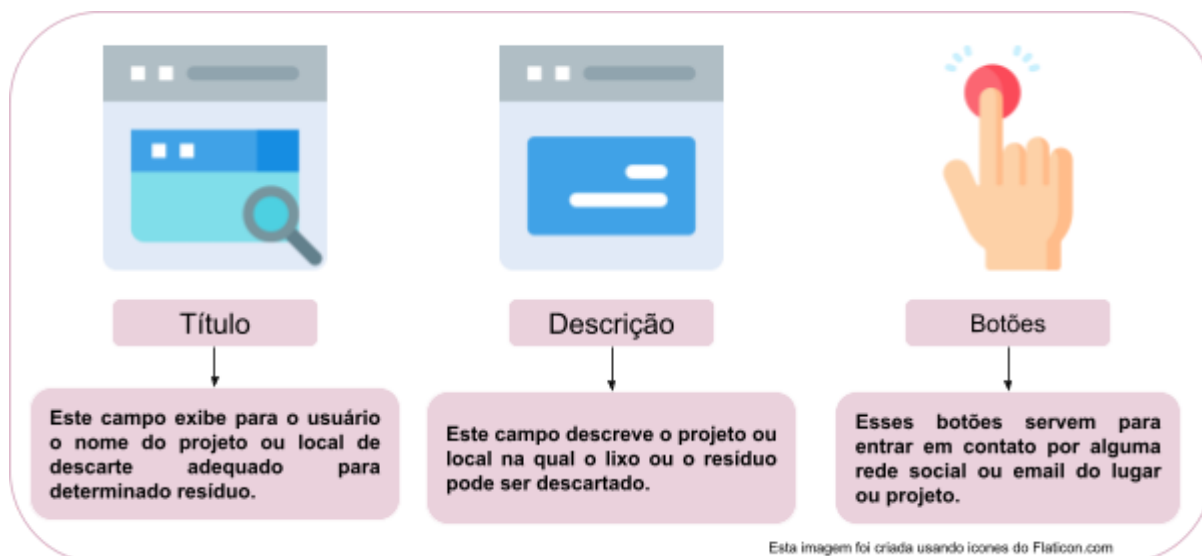
Esses itens foram inseridos na tela de descarte e organizados em forma de uma lista vertical como é possível ver no esboço contido na figura 31, tendo as imagens dos locais abaixo do título, ambos do lado esquerdo, enquanto a descrição fica ao lado direito do widget de lista, com o botão para abrir o mapa logo abaixo. A lista dos locais atualmente possui 4 lugares, mas que posteriormente irá aumentar na medida que mais lixeiras serão adicionadas nos locais do município de Acarape. O botão do mapa ao ser clicado abre o aplicativo do Google Maps, para facilitar o deslocamento do usuário até o local de descarte do lixo.



**Figura 31:** Esboço criado da tela de descarte para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final do tela no aplicativo.

#### 4.2.4 Criação da Tela de Reciclagem

A tela de reciclagem foi criada para informar os usuários sobre os projetos de reciclagem promovidos pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de Acarape. A tela é dividida em seções que abordam diferentes iniciativas de reciclagem, como o descarte de óleo de cozinha usado e eletrônicos. Cada projeto é apresentado com uma imagem ilustrativa, facilitando a identificação dos tópicos. As descrições detalham os benefícios de cada iniciativa, além de orientações sobre como participar. As sessões têm botões que direcionam o usuário para obter mais informações ou para contato direto com os responsáveis pelos projetos de reciclagem, para caso o usuário queira se engajar mais ativamente ou esclarecer dúvidas.



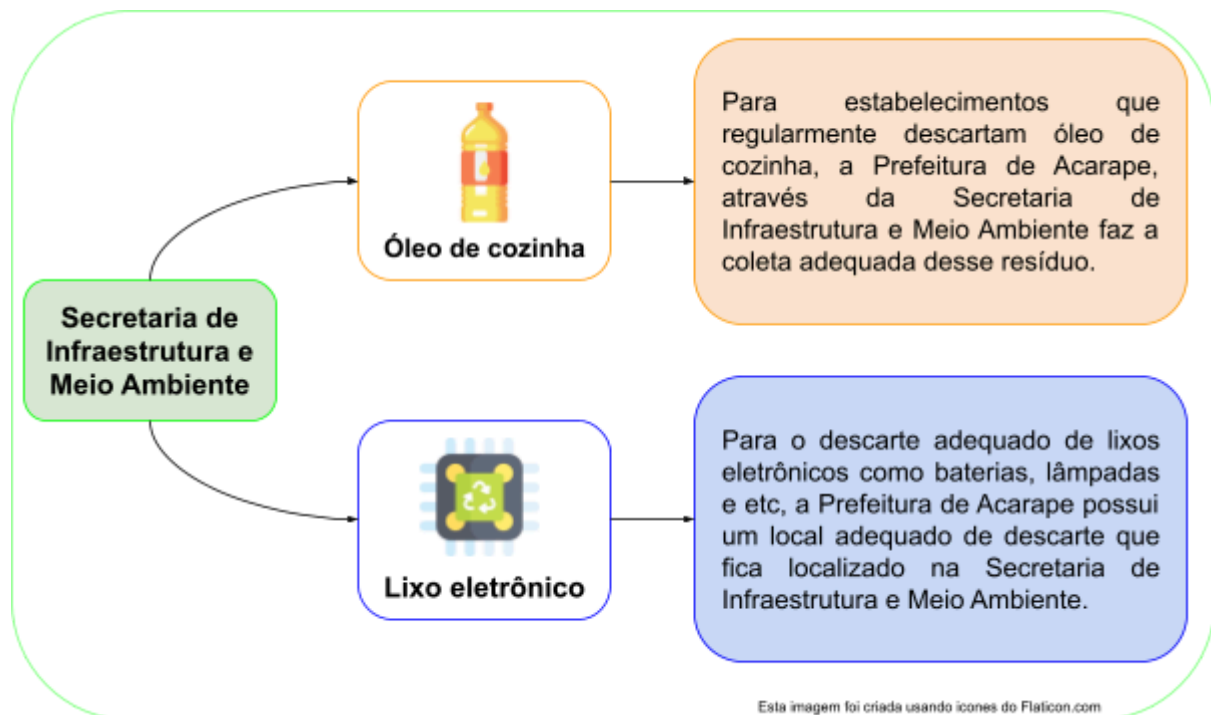
**Figura 32:** Itens importantes que estão inseridos na tela de Reciclagem do aplicativo.



**Figura 33:** Esboço criado da tela de reciclagem para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final do tela no aplicativo.

Como é notório na figura 34, atualmente a secretaria de infraestrutura oferece 2 alternativas para a população, sendo elas a coleta do óleo de cozinha em estabelecimentos e o

descarte de lixo eletrônico. As lanchonetes da cidade que antes descartavam o óleo de forma inadequada passaram a contribuir com a coleta do óleo de cozinha realizado pela Prefeitura do município, esse óleo é cedido para moradores locais que produzem sabão e para estudos de alunos e professores da UNILAB voltados a produção de biodiesel.

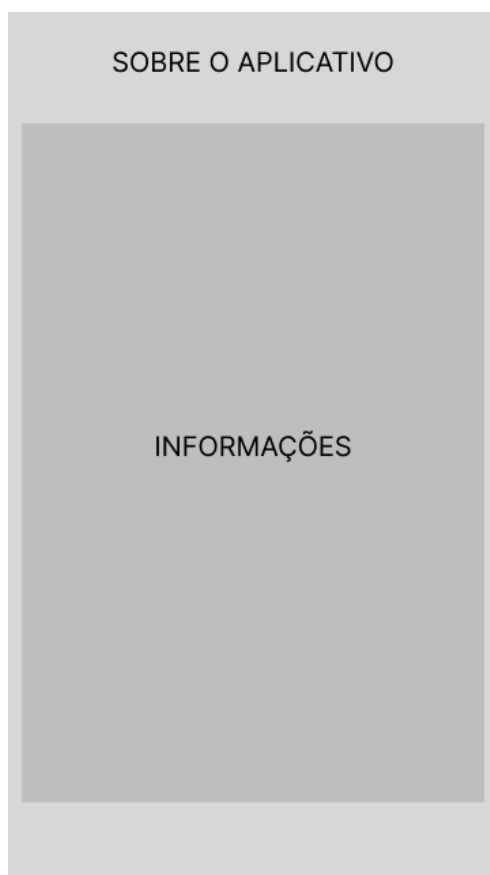


**Figura 34:** Explicação das duas soluções atuais da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente voltadas ao descarte de óleo e lixo eletrônico.

#### 4.2.5 Criação da Tela Sobre

A tela sobre foi criada para dar informações sobre o aplicativo: para qual fim ele foi criado, quem criou, quem participou e auxiliou no desenvolvimento. Na parte superior da tela, encontra-se o título "Sobre", destacado para indicar imediatamente o conteúdo da seção. Abaixo, há um texto introdutório que explica a missão do aplicativo, ressaltando seu compromisso com a promoção da conscientização ambiental e a importância da reciclagem para o município de Acarape. É a tela mais simples do aplicativo. Conforme novas parcerias sejam feitas com órgãos locais elas serão adicionadas nesta seção, fazendo com que a

credibilidade do aplicativo cresça e mais gente passe a perceber que essa é uma iniciativa séria que busca ter compromisso com os habitantes do município de Acarape.



**Figura 35:** Esboço criado da tela sobre para se ter uma prévia de como iria ficar a versão final do tela no aplicativo.

### **4.3 Implementação**

O processo de implementação do aplicativo Acarape Sustentável envolveu a transição das ideias e design planejados para um código funcional, seguindo uma metodologia incremental e iterativa. A implementação foi realizada utilizando o Flutter, um framework de código aberto mantido pelo Google, que permite o desenvolvimento de aplicações móveis para Android e iOS a partir de uma única base de código.

#### **4.3.1 Escolha do Flutter para o Desenvolvimento**

A escolha do Flutter como framework de desenvolvimento foi devido a capacidade de criar softwares para vários dispositivos utilizando apenas a linguagem de programação Dart. A possibilidade de escrever um único código e implementá-lo em diferentes plataformas, como Android e iOS, é uma grande vantagem, considerando a necessidade de escalabilidade do projeto. Além desse motivo inicial, o Flutter oferece uma vasta coleção de widgets pré-definidos que facilitam o processo de construção da interface gráfica.

#### **4.3.2 Utilização do Android Studio**

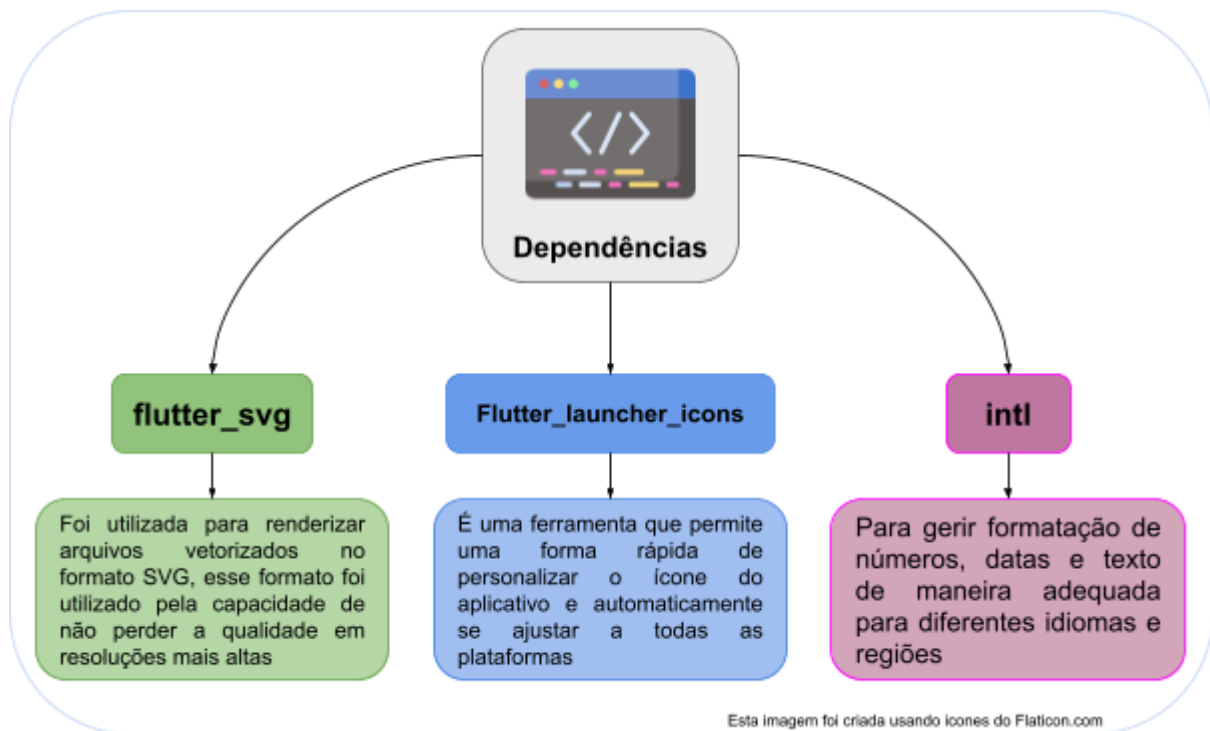
A criação do aplicativo foi conduzida no Android Studio. A escolha do Android Studio se deu, principalmente, por sua integração nativa com o Flutter, além de ser um IDE consolidado no mercado de desenvolvimento móvel, oferecendo suporte completo ao ciclo de vida do desenvolvimento de aplicativos Android. O Android Studio disponibiliza um emulador de dispositivos Android, que foi essencial para testar o aplicativo em diferentes configurações de hardware e versões do sistema operacional. Esses testes servem para garantir que o aplicativo funcione de maneira adequada em uma variedade de dispositivos, considerando a heterogeneidade do público-alvo.

#### **4.3.3 Processo de Codificação e Estrutura do Projeto**

As telas principais do aplicativo foram implementadas de forma incremental, começando pela tela de Horários, seguida pela tela de Descarte, Reciclagem e, por fim, Sobre. Para assegurar a facilidade na programação do aplicativo, foram seguidas boas práticas de programação.

O uso de pacotes e bibliotecas disponíveis na comunidade Flutter também foi explorado, o que permitiu a integração de funcionalidades como a exibição das imagens do mapa da cidade. O processo de implementação foi pautado pela escolha de tecnologias que

atendiam às necessidades imediatas do projeto, e ofereciam flexibilidade e eficiência a longo prazo.



**Figura 36:** Dependências utilizadas no flutter inicialmente durante o desenvolvimento do aplicativo.

#### 4.4 Testes e Manutenção

Após a fase de implementação do aplicativo, foi conduzido um processo de testes com o objetivo de garantir o funcionamento correto de todas as funcionalidades e uma experiência de usuário fluida. A fase de testes foi realizada com a participação de 13 usuários, que foram convidados a utilizar o aplicativo em busca de possíveis erros e falhas.

##### 4.4.1 Testes

Os testes seguiram uma abordagem prática, com os usuários interagindo com o aplicativo de forma intuitiva, sem instruções detalhadas, para simular o uso real do sistema. Eles exploraram todas as telas e funcionalidades, incluindo a visualização dos horários de

coleta, a localização dos pontos de descarte, informações sobre reciclagem e a seção sobre o projeto. A diversidade de dispositivos testados (diferentes modelos de smartphones Android) garantiu que o aplicativo funcionasse de maneira eficiente em uma variedade de contextos.

Durante os testes, foram identificados alguns bugs. Os principais problemas relatados incluíam falhas na exibição de alguns widgets, inconsistências no layout e pequenos erros na navegação entre telas. Além disso, em alguns casos, a funcionalidade de abrir o Google Maps a partir da tela de Descarte apresentava problemas de carregamento.

#### **4.4.2 Correções e Manutenção**

Após a identificação dos bugs, foram realizadas as correções necessárias. O problema relacionado à exibição dos mapas foi resolvido com a troca do uso da API do Google Maps por imagens já carregadas no aplicativo, o que contribuiu com o carregamento mais rápido e um consumo menor de internet, otimizações para garantir a compatibilidade com versões mais antigas do Android. As inconsistências de layout foram ajustadas utilizando-se técnicas de design responsivo, que adapta a interface do aplicativo para diferentes tamanhos de tela, garantindo uma experiência de usuário uniforme.

#### **4.4.3 Forma de Avaliação**

A avaliação do aplicativo foi realizada com um grupo de 13 usuários, compostos por estudantes e membros da comunidade. O objetivo dessa etapa foi avaliar a usabilidade e a eficácia das telas do aplicativo, focando especialmente na experiência do usuário e no impacto educacional.

Para cada uma das 5 telas do aplicativo, os usuários responderam a 5 perguntas específicas sobre a interface, utilizando uma escala de 1 a 5, onde os seguintes questionamentos foram feitos:

**Tabela 6**

Questionamentos realizados durante o processo de avaliação das telas para usuários do aplicativo.

---

<b>Questionamentos</b>	
1	O design da tela é visualmente atraente?
2	A organização dos elementos na tela facilita a navegação?
3	As informações apresentadas na tela estão claras e compreensíveis?
4	A quantidade de informações na tela é adequada (nem excessiva nem insuficiente)?
5	No geral, como você avalia essa tela?

---

A partir das respostas, uma análise estatística foi realizada para calcular as médias e identificar padrões de usabilidade em diferentes telas do aplicativo.

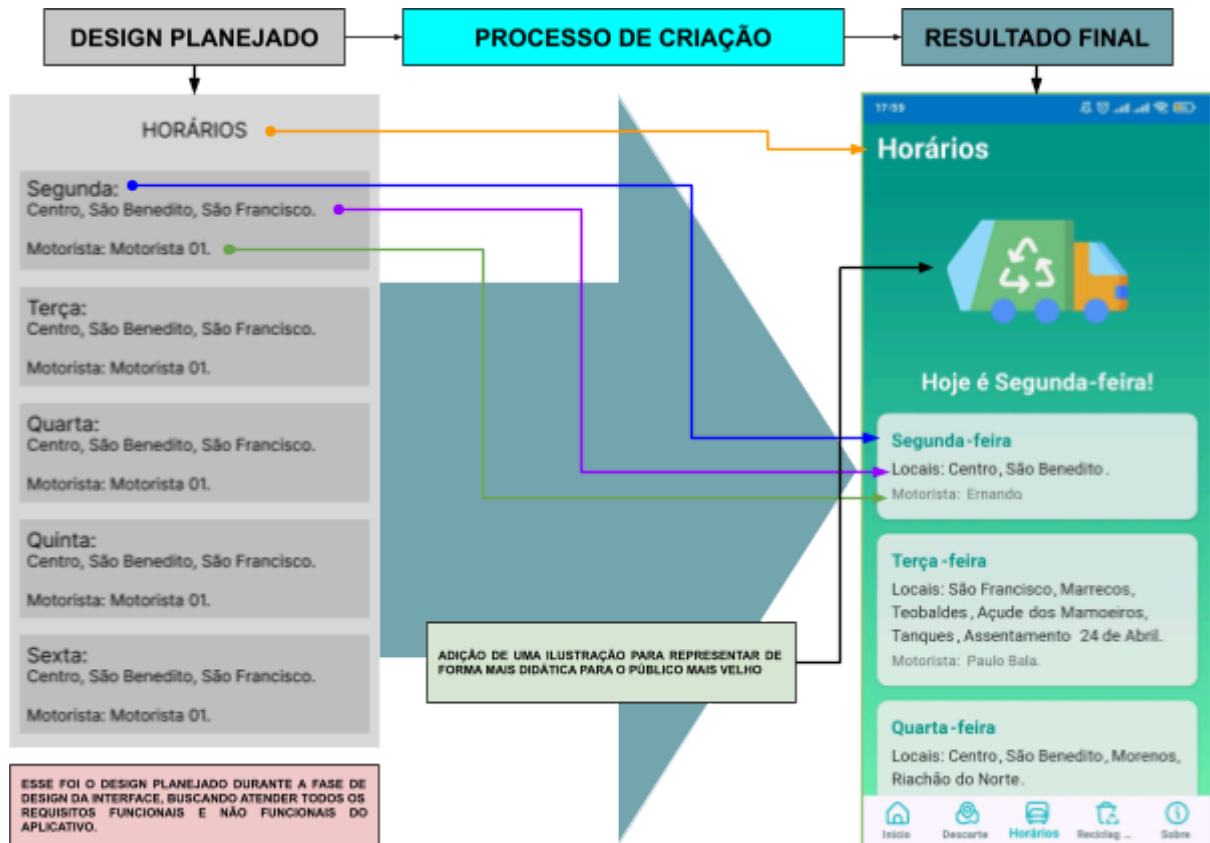
## **5 RESULTADOS**

O desenvolvimento do aplicativo Acarape Sustentável foi motivado pela necessidade de oferecer uma ferramenta prática de educação que auxilie a população de Acarape na correta destinação dos resíduos e promova a conscientização ambiental. A seguir, serão apresentados os principais resultados da criação do aplicativo.

### **5.1 Tela de Horários**

A tela de Horários disponibiliza informações sobre os dias em que o caminhão de coleta de lixo passará pelos bairros da cidade, para que os moradores possam planejar com antecedência o descarte de seus resíduos, garantindo que eles sejam coletados conforme o cronograma estabelecido. A inclusão do nome do motorista responsável também traz um

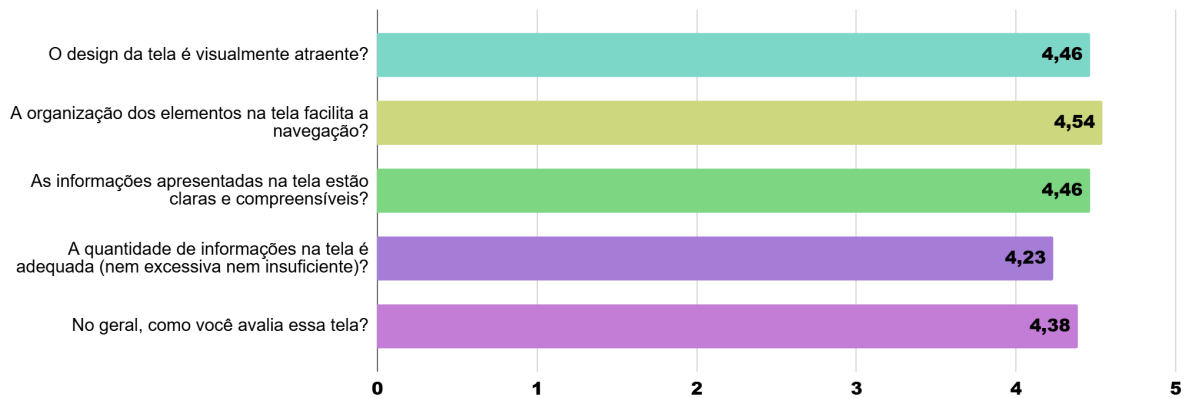
nível adicional de transparência e confiança ao serviço. A tela facilita a programação do descarte de lixo, ajudando os residentes a evitar o acúmulo de resíduos nas ruas e mantendo a cidade limpa e organizada.



**Figura 37:** Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela de horários em flutter.

O design da tela de horários é pensado para ser intuitivo, oferecendo uma interface que permite aos usuários acessar as informações necessárias de forma rápida. A organização das informações e a clareza na apresentação garantem uma experiência de uso agradável e eficiente como observado na figura 37. Além de melhorar a organização do descarte de lixo, a tela de horários contribui na promoção de práticas de descarte responsáveis e na manutenção da sustentabilidade na cidade. O aplicativo incentiva os moradores a seguir o cronograma de coleta e a manter a cidade limpa.

### 5.1.1 Feedback dos Usuários



**Figura 38:** Nota média das avaliações dos usuários para a tela de horários, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5 o que aponta que o aplicativo funciona bem mas ainda tem margem para melhorar.

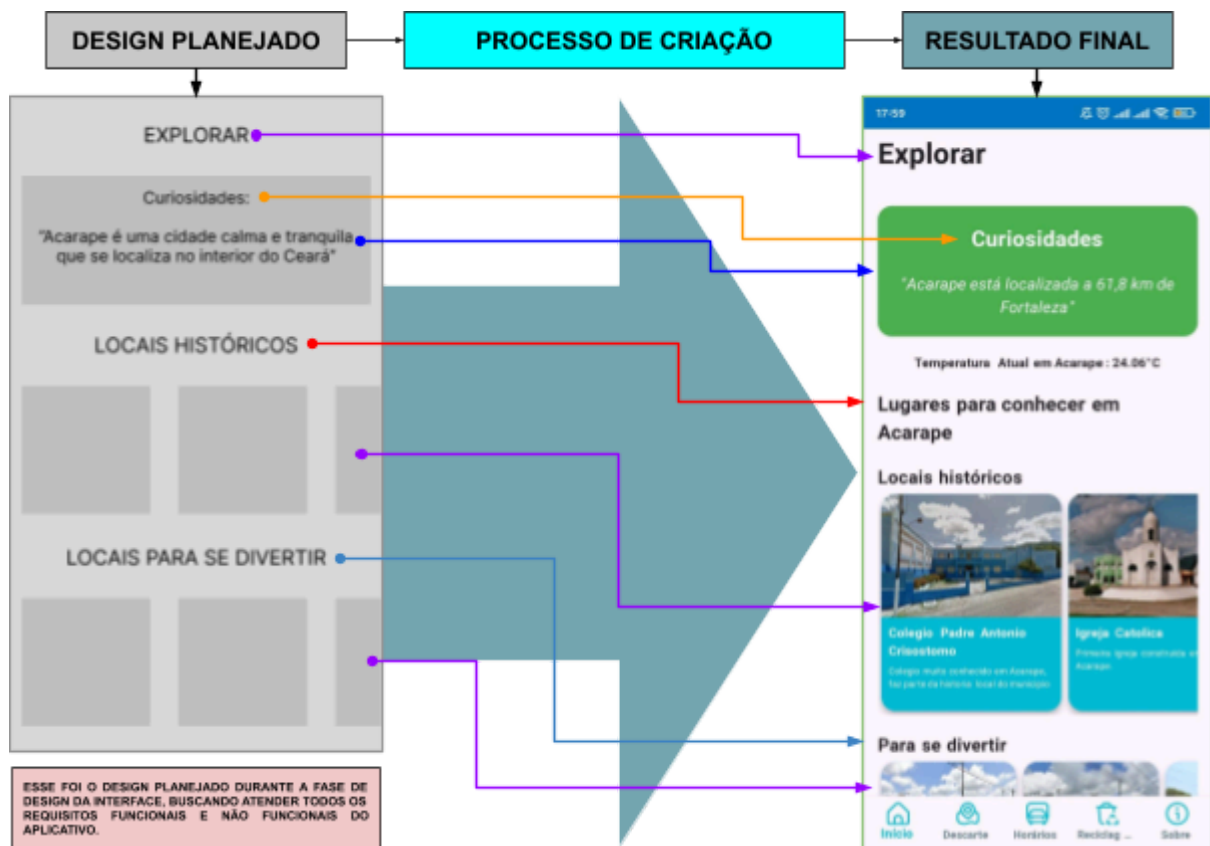
Os testes com usuários confirmaram que a tela de horários é bem recebida e atende às necessidades dos moradores. Uma observação de um dos usuários é que a tela se chama “Horários” mas na verdade ela mostra os dias, o que não faz sentido, porém apesar disso ela cumpre com a função dela. Na próxima atualização do aplicativo o nome será alterado para ficar mais condizente, e caso a secretaria de infraestrutura e meio ambiente passe a informar os horários onde a coleta será realizada essa informação será disponibilizada para todos os usuários do aplicativo.

## 5.2 Tela de Início

A tela oferece uma visão abrangente sobre Acarape, com informações sobre a história, cultura e localizações importantes da cidade. Essa exposição enriquece o conhecimento dos moradores, permitindo que descubram mais sobre o lugar onde vivem e incentivando a valorização e o orgulho local com Acarape.



**Figura 39:** Características da tela de Início do aplicativo, tratando de informações gerais, locais e temperatura.



**Figura 40:** Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela de início em flutter.

A tela apresenta locais para diversão, esportes e visitas históricas. Esse recurso ajuda os residentes a encontrar novas opções para aproveitar seu tempo livre, promovendo uma

maior exploração e engajamento com a comunidade local. Esses locais também ajudam visitantes e novos moradores que querem conhecer lugares novos no município.

Também foi adicionado um widget que exibe a temperatura atual da cidade. Para que os usuários planejem suas atividades diárias de acordo com as condições climáticas. Isso proporciona uma maior conveniência e facilita a adaptação dos planos aos diferentes tipos de clima.

### 5.2.1 Feedback dos Usuários



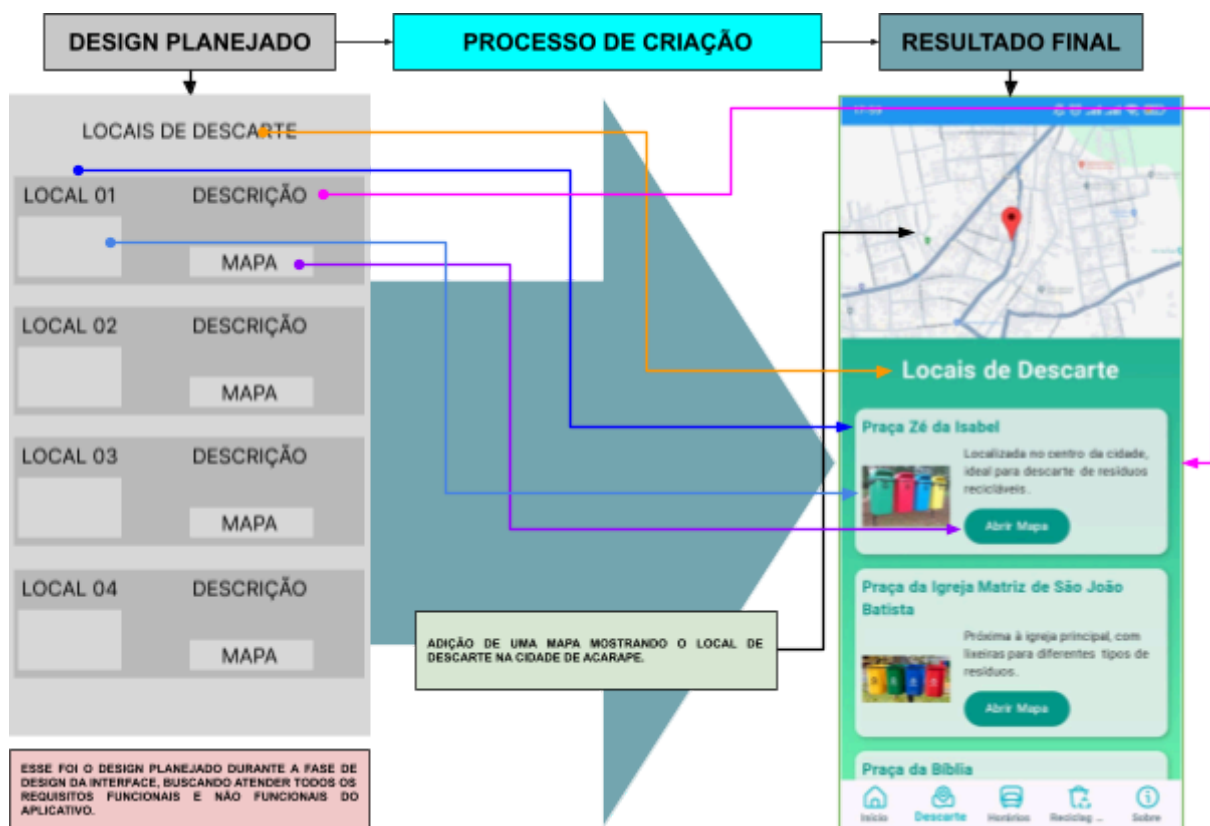
**Figura 41:** Nota média das avaliações dos usuários para a tela de Início, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5.

Os usuários que testaram a tela de Início avaliaram bem as características da tela, a ausência de mais locais na cidade impossibilita a inserção de mais lugares no aplicativo, o que pode ter prejudicado a análise. Isso é justificado pela idade do município, Acarape é uma cidade nova em relação às cidades vizinhas, possuindo apenas 37 anos de emancipação política.

### 5.3 Tela de Descarte:

A tela apresenta um mapa interativo que exibe os pontos de descarte de lixo espalhados por Acarape. A lista de locais tem uma foto do lado esquerdo que indica onde os moradores podem levar seus resíduos no local. A função principal desse mapa é ajudar os

usuários a localizarem facilmente os pontos de coleta mais próximos de suas casas. A lista dos locais de descarte contém informações textuais, como o nome das ruas ou bairros onde os pontos de coleta estão localizados. A função da lista é dar aos usuários uma alternativa para encontrar um local de descarte sem precisar interagir com o mapa. A lista possui um botão que permite abrir o mapa no aplicativo *Google Maps*, dando a possibilidade que o usuário explore os pontos de descarte e defina rotas para ir ao local que achar mais conveniente.



**Figura 42:** Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela de descarte em flutter.

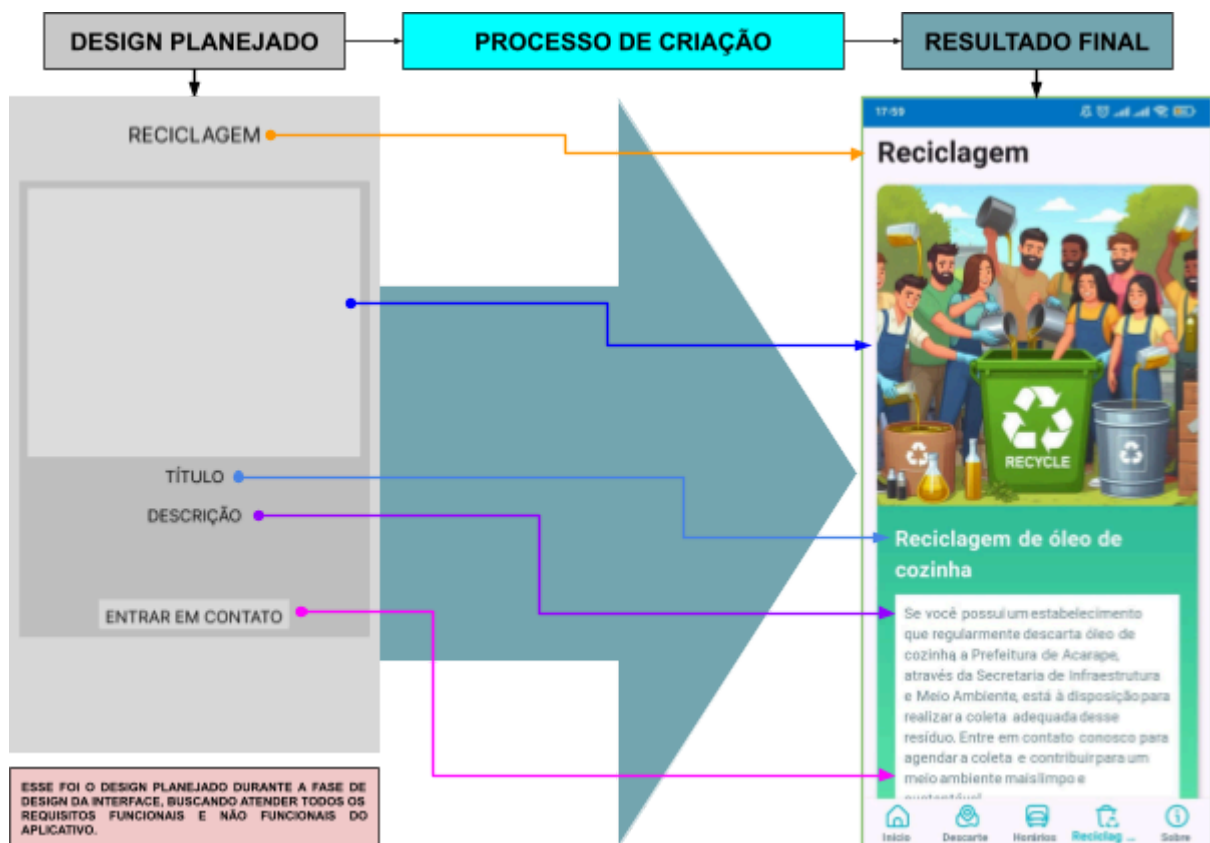
### 5.3.1 Feedback dos Usuários



**Figura 43:** Nota média das avaliações dos usuários para a tela de Descarte, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5.

Na figura 43 temos a avaliação dos usuários que testaram a tela de descarte do aplicativo, que no geral obteve notas acima de 4. Segundo os usuários, as fotos dos locais para colocar o lixo ainda precisam ser atualizadas, pois alguns locais tiveram alterações.

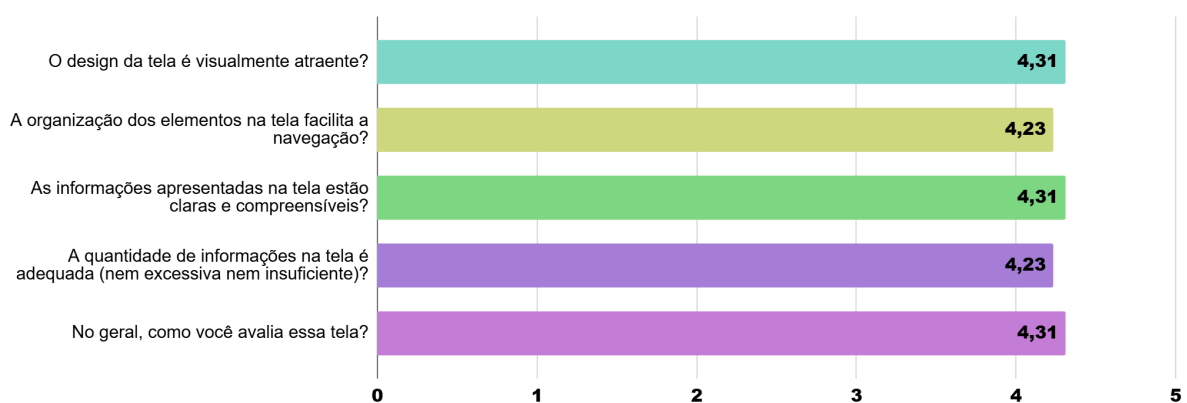
### 5.4 Tela de Reciclagem:



**Figura 44:** Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela de reciclagem em flutter.

O primeiro *widget* da tela tem a função de fornecer detalhes sobre o projeto de reciclagem de óleo usado, implementado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de Acarape. o segundo *widget* é voltado para o descarte de lixo eletrônico, um dos maiores desafios ambientais atuais do município de Acarape. Aqui, os usuários encontram informações sobre onde podem entregar seus dispositivos eletrônicos antigos ou danificados para serem reciclados de forma correta. Esse recurso busca reduzir a poluição causada pelo descarte inadequado de aparelhos eletrônicos, principalmente o descarte inadequado de baterias que nos períodos de chuva acabam desaguando na Lagoa das Garças, fazendo com que a lagoa fique poluída com o lítio. Além de detalhes sobre reciclagem de óleo e eletrônicos, também serão apresentados futuramente novos projetos e campanhas da Secretaria voltados à educação ambiental.

#### 5.4.1 Feedback dos Usuários



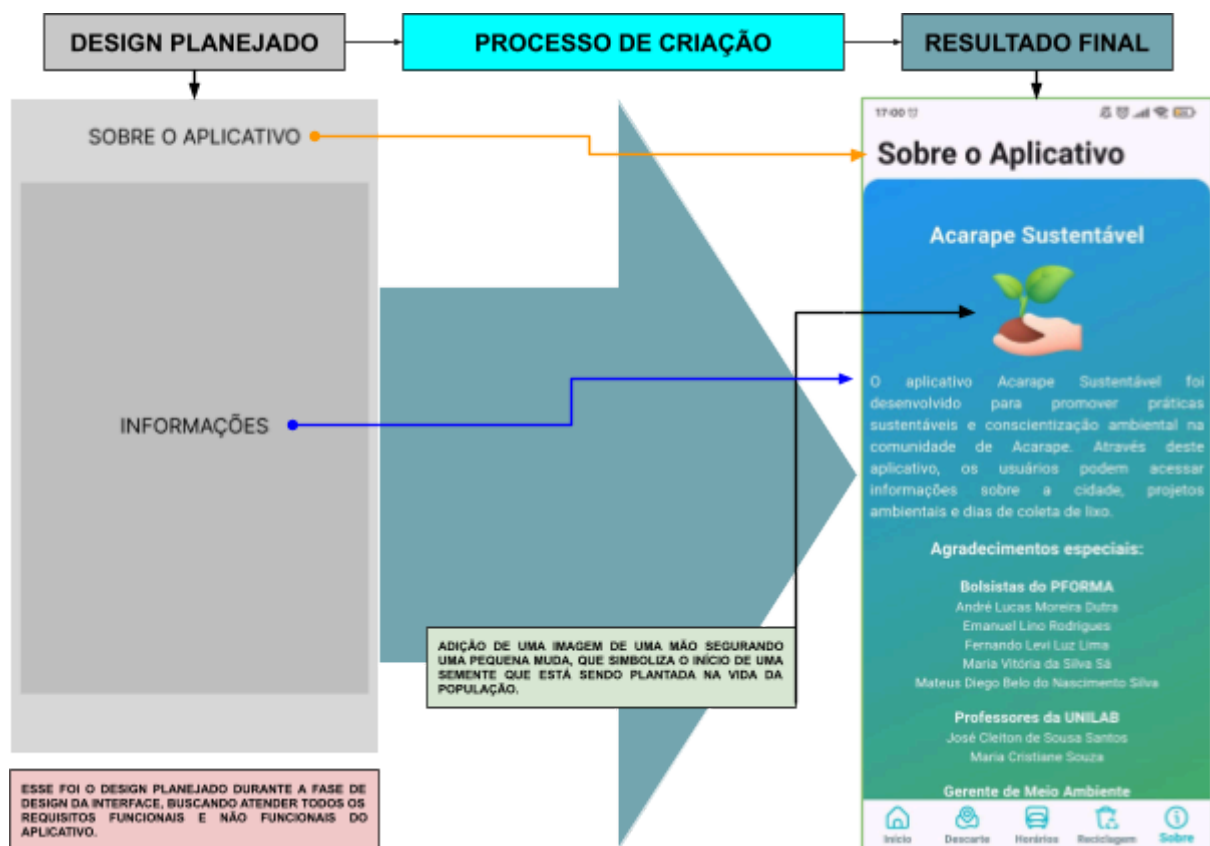
**Figura 45:** Nota média das avaliações dos usuários para a tela de reciclagem, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5.

A avaliação dos usuários demonstrou que as informações expostas pela seção de descarte estão fáceis de entender, porém apenas na secretaria de infraestrutura que é possível descartar lixo eletrônico, o que não é acessível para pessoas de outros bairros, o gerente de

meio ambiente foi notificado sobre esse fato e está ciente que outros pontos para descarte de lixo eletrônico precisam ser colocados em Acarape.

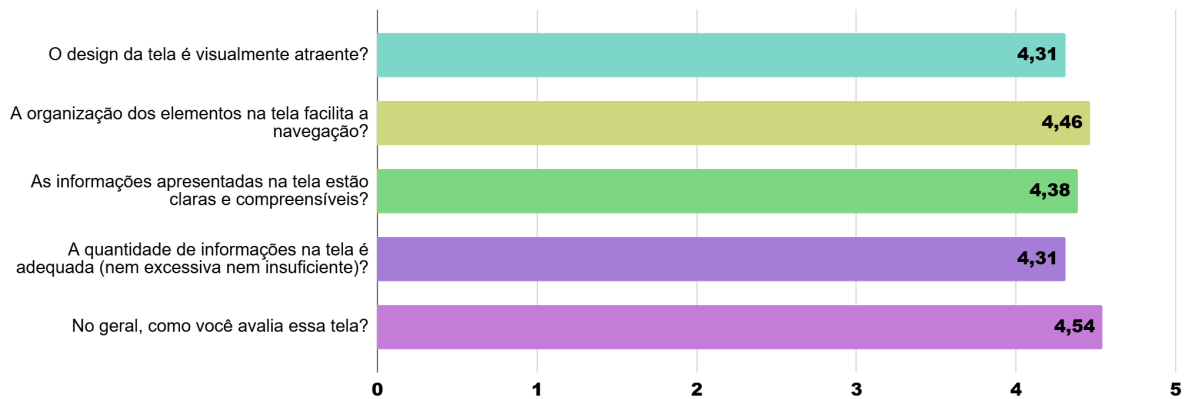
## 5.5 Tela de Sobre:

Essa tela é dedicada a fornecer informações sobre o propósito do projeto e os responsáveis por sua criação. Começando com uma descrição do objetivo central do aplicativo, que é promover a conscientização ambiental entre os moradores de Acarape. O texto apresenta o aplicativo como uma ferramenta educativa, criada para auxiliar a população no descarte adequado de resíduos, incentivar a reciclagem e reforçar a importância de práticas sustentáveis. A tela também apresenta os responsáveis pelo desenvolvimento do aplicativo, destacando as pessoas envolvidas na criação do projeto. Isso inclui pessoas que trabalham na Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de Acarape e os bolsistas do PFORMA.



**Figura 46:** Comparação do design planejado e o resultado final após o processo de criação da tela sobre em flutter.

### 5.5.1 Feedback dos Usuários



**Figura 47:** Nota média das avaliações dos usuários para a tela sobre, a maioria das avaliações estão entre 4 e 4,5.

Visto que as informações na tela Sobre servem para esclarecer o que é o projeto e as pessoas que contribuíram com o acontecimento dele, a tela realiza o que ela foi designada para fazer.

## CONCLUSÃO

As pesquisas realizadas com os moradores permitiram observar que a população sofre com a carência de informações sobre reciclagem e práticas de educação ambiental. O aplicativo Acarape Sustentável visa facilitar a acessibilidade de informações para seus usuários, promovendo a conscientização ambiental de uma forma nova, demonstrando assim que a tecnologia e a sustentabilidade andam juntas para melhorar a vida das pessoas. Segundo os testadores do aplicativo, a ferramenta possui uma interface amigável, o que permite ao público mais velho entender as informações expostas nele, essa acessibilidade é muito importante visto que o foco do aplicativo é um público mais velho. A tela de Início do aplicativo, por exemplo, que exibe tanto locais históricos quanto espaços de lazer, tem como

objetivo trazer o sentimento de pertencimento da população para com a cidade, essa inclusão promove uma experiência mais pessoal e conecta o usuário ao ambiente local de maneira dinâmica e direta. Outro problema que será amenizado são os riscos de acidentes dos catadores de resíduos, uma vez que a população é instruída a descartar lixo da forma correta e colocar cada material em seu devido lugar, o risco dos catadores de sofrerem um acidente de trabalho com materiais perigosos como o vidro e baterias é reduzido, tornando o trabalho desses profissionais mais seguro. Com base nos resultados obtidos, o aplicativo demonstra ter potencial para expandir as funcionalidades, e auxiliar os munícipes com o descarte adequado do lixo e a reciclagem.

Para o futuro, propõe-se a incorporação de notificações push para alertar os usuários sobre os dias e horários da coleta de lixo em seus bairros, bem como sobre a localização de pontos de descarte específicos. Essas notificações também poderiam lembrar a população sobre boas práticas de reciclagem, como a separação adequada dos materiais e o descarte consciente de óleo de cozinha e pilhas. Além disso, a possibilidade de inserir mensagens educativas que reforcem o impacto positivo das ações sustentáveis poderia engajar ainda mais o público e fortalecer a missão do aplicativo.

Uma proposta concreta de evolução é a criação de um painel interativo que permita aos moradores acompanhar métricas de impacto do aplicativo em tempo real. Esse painel poderia exibir dados como a quantidade de litros de óleo reciclados, o número de baterias descartadas corretamente e outras informações relacionadas à redução de resíduos prejudiciais ao meio ambiente. Essa funcionalidade, além de demonstrar transparência, incentivaria os usuários a se engajarem ainda mais no cumprimento das metas ambientais propostas pelo projeto.

Além das funcionalidades mencionadas, há um grande potencial para a integração de ferramentas de monitoramento que analisem as métricas de impacto do aplicativo em termos

de usabilidade e eficiência. Essas ferramentas poderiam coletar dados sobre a frequência de uso, os principais recursos acessados e a satisfação dos usuários, oferecendo subsídios para a melhoria contínua do sistema. Esses dados também poderiam subsidiar a criação de relatórios de impacto ambiental e social, aumentando a credibilidade do projeto e fortalecendo sua relevância.

Por fim, a integração de práticas de acessibilidade digital baseadas nas Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo da Web (WCAG) representa um passo importante para tornar o aplicativo verdadeiramente inclusivo. Isso incluiria ajustes no design, como contraste aprimorado para pessoas com deficiência visual, compatibilidade com leitores de tela e navegação simplificada para pessoas com deficiências motoras. Essas iniciativas ampliariam o alcance do aplicativo, garantindo que ele seja uma ferramenta acessível para todas as faixas etárias e perfis socioeconômicos, consolidando ainda mais sua contribuição para a sustentabilidade em Acarape.

## REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL. Green Digital Transformation: How to Sustainably Close the Digital Divide and Harness Digital Tools for Climate Action. 2023. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/en/topic/digital/publication/green-digital-transformation>>.

Acesso em: 17 out. 2024.

LA VIA ITALIA. Coleta Seletiva de Lixo na Itália: Saiba Como Funciona. Disponível em: <<https://laviaitalia.com.br/artigos/dicas/vida-na-italia/coleta-seletiva-de-lixo-na-italia-saiba-como-funciona/>>. Acesso em: 17 out. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. Top 25 recycling facts and statistics for 2022. Disponível em:

<<https://www.weforum.org/agenda/2022/06/recycling-global-statistics-facts-plastic-paper/>>.

Acesso em: 17 out. 2024.

ECONOMIA UOL. A gestão de resíduos urbanos na Índia. 2024. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2024/04/12/gestao-de-residuos-urbanos-na-india.htm>>. Acesso em: 17 out. 2024.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS. Sustentabilidade: um fenômeno multifacetário que requer um diálogo interdisciplinar. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.puc-campinas.edu.br/sustentabilidade/article/view/5168>>. Acesso em: 17 out. 2024.

SIGMA EARTH. Desenvolvimento urbano verde e inteligente na China. 2023. Disponível em: <<https://sigmaearth.com/pt/desenvolvimento-urbano-verde-e-inteligente-na-china/>>.

Acesso em: 17 out. 2024.

RINCON, G. Aplicativos de sustentabilidade ganham espaço no Brasil. 2021. Disponível em: <<https://sustentabilidade.brasil.gov.br/noticias/2021/10/aplicativos-de-sustentabilidade-ganham-espaco-no-brasil>>. Acesso em: 17 out. 2024.

PORTAL DO MEIO AMBIENTE. Tecnologia e sustentabilidade: conheça o Meu Resíduo. 2022. Disponível em:

<<https://portaldomeioambiente.com.br/tecnologia-e-sustentabilidade-meu-residuo/>>. Acesso em: 17 out. 2024.

AGROTEC. Plantix: Inovação tecnológica na agricultura sustentável. 2023. Disponível em: <<https://agrotec.com.br/plantix-inovacao-tecnologica-agricultura-sustentavel/>>. Acesso em: 17 out. 2024.

ALMEIDA, Fernando. Os Desafios da Sustentabilidade: uma ruptura urgente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

FREIRE, R.; REIS, D. de S.; AVELAR, K. E. S.; MIRANDA, M. G. de. Coleta seletiva e educação ambiental: reciclar valores e reduzir o lixo. Educ. Form., [S. l.], v. 4, n. 11, p. 117–141, 2019. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/view/924>. Acesso em: 20 out. 2023.

SCALDALAI, L. C. et al. Coleta seletiva nas escolas: um levantamento da percepção de professores e alunos. Sustentare WIPIS, PUC-Campinas, 2021. Disponível em: <http://www.sustentarewipis.com.br/coletaseletivaescolas>. Acesso em: 20 out. 2023.

CEMPRE. Ciclossoft: radiografando a coleta seletiva. 2014. Disponível em: [http://cempre.tecnologia.ws/ciclossoft\\_2014.php](http://cempre.tecnologia.ws/ciclossoft_2014.php). Acesso em: 20 out. 2023.

OLIVEIRA, G. S. S.; GOMES, R. A. D. Coleta seletiva: um desafio para a gestão pública. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://revista.gestaourbanabrasil.com.br/index.php/gestaourbanabrasil/article/view/2251>. Acesso em: 20 out. 2023.

JARDIM, A. F.; SOARES, L. S. Educação ambiental: reflexões sobre a prática pedagógica. Revista de Educação Ambiental, v. 10, n. 2, p. 29-45, 2021. Disponível em: <http://www.revistaedambiental.com.br/jardimsoares>. Acesso em: 20 out. 2023.

FREITAS, Sissi Maria de. Uso de aplicativos como ferramenta para trabalhar educação em saúde no ensino médio. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências

Biológicas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/01/SissiFreitasI-TCM-Final.pdf>.

GYZIK, Thallita A.; SAMEZES, Adam P.; OLIVEIRA, Icaro R.; WONCCE, João V.; HUVE, Cristiane A. G. Lixo Eletrônico: um aplicativo para coleta e recebimento de doações utilizando as metodologias UX Design e Scrum. 2018. Trabalho apresentado no Congresso Nacional de Tecnologia e Sociedade, Unicamp, Campinas, 2018. Disponível em: <https://prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2018P14695A33064O5442.pdf>.

SANTOS, Caroline Stefani Teixeira dos; MELO, Mirthys Marinho do Carmo. Coleta Verde: desenvolvimento de um aplicativo mobile para auxiliar o descarte de lixo, utilizando o framework Flutter. 2020. Trabalho apresentado no Congresso Internacional de Educação e Formação Ambiental, Unirios, 2020. Disponível em: <https://www.publicacoes.unirios.edu.br/index.php/coninfa/article/view/808/838>

CARDOSO, Gabriel; VITA, Gláucia Nadja Aline de; MARQUES JUNIOR, Marco Antonio. Aplicativo de apoio à coleta seletiva com notificação push. 2020. Artigo científico. Orientador: GALVANI, Alexandre. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/15505>.

BARBOSA, Dhiego Ferreira. Projeto de um aplicativo para conscientização e descarte de lixo eletrônico. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/627c3650-1ccd-4243-a9e0-3aa5c14bc637/content>

CORDEIRO, Caio Costa; PARADA, Igor Nicolas; SANTOS, Lorrane Meneses dos; SOUSA, Sistely Nazareth de. Desenvolvimento de aplicativo mobile online para o auxílio da coleta de lixo domiciliar comum do Município de São Vicente. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Federal de São Paulo, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/items/921c60ea-774c-43c1-8f84-8cb6b7ee770b/full>

OLIVEIRA, George Ewando de; FERREIRA, Marcos Rogério; BAZOTTI, Paula Denise. Gerenciamento da coleta seletiva com auxílio de um aplicativo mobile. 2021. Trabalho apresentado no Encontro Internacional de Gestão e Desenvolvimento Sustentável, IFMS - Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/8589>

SAMPAIO, Jéssica Albuquerque; LACERDA JUNIOR, José Cavalcante. Coleta de resíduos sólidos: proposta de um aplicativo móvel para inibir lixeiras viciadas. 2021. Trabalho apresentado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/231014615.pdf>

FERREIRA, Marcos Rogério; SCHIAVON, Gilson Junior. Coleta seletiva e educação ambiental: como um aplicativo móvel pode auxiliar na implantação da política nacional de resíduos sólidos em um município. 2019. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: [https://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09292019\\_150914\\_5d90fe4e01a79.pdf](https://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09292019_150914_5d90fe4e01a79.pdf)

CABRAL, Paulo. Aplicativo Android para encontrar o ponto de entrega voluntária mais próximo em Rio Verde - Goiás. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Federal Goiano. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2465>

LIMA, Adonai Zanoni da Silva; PONTES, Altem Nascimento. Solid Waste Belém: aplicativo para educação ambiental na coleta de resíduos sólidos em condomínios residenciais. 2022. Trabalho apresentado na Universidade do Estado do Pará. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/120048>.

CONCEIÇÃO, George Rappel Moreira. Não joga fora: um aplicativo colaborativo para a economia circular. 2021. Trabalho de Conclusão de Graduação (Curso de Engenharia de Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/14400>.

CONCEIÇÃO, Márcio Magera; COSTA, Ricardo; CONCEIÇÃO, Joelma Telesi Pacheco; ROSINI, Alessandro Marco; DALMA, Fabricio Bau. Economic feasibility of recycling urban waste in the city of Lisbon: an analysis using the Green-en application. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2961>

FIDELIS, Flávia; SANTOS, Grace Kellen Gonçalves dos; ALEMIDAS, Felipe Augusto F.; PAZINATTO, Felipe Alexandre Cardoso. Aplicativo para o projeto social Saco Verde. 2017. Disponível em: <https://ocs.ifsp.edu.br/index.php/conict/8cic/paper/viewPaper/3666>

SARACENI, Kênia Morgana de Vasconcelos. Desenvolver um coletor de lixo marinho estático e autônomo focado em resíduos de superfície. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/facchu/article/view/2213>. Acesso em: 04 nov. 2024.

ARAGÃO, Helder Guimarães; SERAFIM, Diego Sá. InfoRecycle: um aplicativo para mapeamento de pontos de coleta seletiva utilizando realidade aumentada. Disponível em: <https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/cienciaincenabahia/article/view/668>. Acesso em: 04 nov. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS. MOBILE LEARNING: USE OF APPLICATIONS AS A PEDAGOGIC TOOL IN ENVIRONMENTAL SCIENCE TEACHING. 2024. Disponível em: <https://revistas.ceeinter.com.br/revistadeestudosinterdisciplinar/article/view/831>. Acesso em: 17 out. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO. Uso de tecnologias para educação ambiental: análise de aplicativos móveis como ferramentas de aprendizagem. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/15c6de3a-770b-4e84-8053-cae6d59ad776>. Acesso em: 17 out. 2024.

ANEXO I  
QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS  
MORADORES

## QUESTIONÁRIO PARA A RECUPERAÇÃO DA LAGOA DAS GARÇAS

Rua:

Bairro:

### Seção Social Avaliativa

**1) Há quantos anos você reside nesta localidade?**

Menos de 1 ano

1 - 5 anos

6 - 10 anos

Mais de 10 anos

**2) Quantas pessoas residem permanentemente em sua casa?**

1 - 2

3 - 4

5 - 6

7 ou mais

**3) Como você avalia o serviço de coleta de lixo em sua rua?**

Muito Ruim

1

2

3

4

5

Muito Bom

### Seção Socioambiental Avaliativa

**1) Você está ciente dos tipos de resíduos e dejetos que são descartados na Lagoa das Garças?**

Sim

Não

Parcialmente

**2) Quais métodos você utiliza para o descarte do lixo doméstico? (Marque todas as opções que**

**se aplicam)**

Coleta municipal

Compostagem

Descarte em terrenos baldios

Outros(especifique)

Caso tenha marcado "Outros" você pode especificar abaixo:

---

**3) Você está familiarizado com o conceito de coleta seletiva?**

Sim

Não

Parcialmente

**4) Você acredita que a coleta seletiva contribuiria para a recuperação da Lagoa das Garças?**

Sim

Não

Parcialmente

**5) Você pratica coleta seletiva em sua residência?**

Sim

Não

Ocasionalmente

**6) Estaria disposto(a) a participar de um programa de coleta seletiva, caso ainda não participe?**

Sim

Não

Talvez

**7) Na sua opinião, as políticas ambientais atuais são eficazes para a proteção da Lagoa?**

Sim

Não

Parcialmente

**8) Você concorda que os residentes locais têm um papel importante na recuperação da Lagoa?**

Sim

Não

Parcialmente

**9) Você participaria de um programa de educação ambiental voltado para a proteção da Lagoa?**

Sim

Não

Talvez

**10) Em uma escala de 1 a 5, quão preocupado(a) você está com o impacto dos resíduos e dejetos residenciais na Lagoa?**

Não preocupado

1

2

3

4

5

Muito preocupado

ANEXO II

QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS

CATADORES



**PFORMA - PROGRAMA DE FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO E AÇÃO NO MANEJO DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE ACARAPE - CEARÁ**

Levantamento de Informações sobre Catadores de Materiais Recicláveis da Cidade de Acarape

**01: Nome:**

**02: Data de nascimento:**

**03: Endereço:**

Rua:	Número:
------	---------

**04: Qual é o seu estado civil?**

(a) Solteiro(a) (b) Casado(a) (c) Divorciado(a) (d) Viúvo(a) (e) Outro

**05: Caso seja casado(a) ou esteja em um relacionamento, seu parceiro(a) também está envolvido(a) na atividade de coleta de recicláveis?**

(a) Sim (b) Não

**06: Você possui filhos?**

(a) Sim (b) Não

**07: Em caso afirmativo, quantos filhos você tem?**

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 (e) 5 ou mais

**08: Qual rua ou região você considera mais organizada em termos de coleta seletiva?**

**09: Lugar onde costuma vender os materiais recicláveis:**

**10: Local onde realiza a triagem e separação dos materiais:**

**11: Qual rua ou região você considera menos organizada em termos de coleta seletiva?**

**12: Qual tipo de material reciclável gera a melhor renda para você?**

(a) Papel e papelão (b) Plástico (c) Vidro (d) Metal (e) Outros

**13: Quais os dias da semana ou horário em que a quantidade de materiais recicláveis disponíveis costuma ser maior?**

Dias da semana:	Horário:        :
-----------------	-------------------

**14: Marque todos os dias da semana que você trabalha:**

- Segunda-feira
- Terça-feira
- Quarta-feira
- Quinta-feira
- Sexta-feira
- Sábado
- Domingo

**15: Marque todos os períodos que você trabalha:**

- Manhã  
 Tarde  
 Noite

**16: Quantos carrinhos de carga utiliza por dia?**

**17: Quais Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) você utiliza regularmente?**

- (a) Luvas (b) Máscara (c) Botas (d) Capacete (e) Outros

**18: Você já sofreu algum acidente relacionado ao trabalho?**

- (a) Sim (b) Não

Se sim, descreva: \_\_\_\_\_

**18: Descreva a rota que percorre nos dias de reciclagem:**

---

**19: O que você acredita que precisa ser melhorado nas condições de trabalho dos catadores em Acarape?**

---

**20: Como descreveria a sua situação de trabalho?**

- (a) Boa (b) Razoável (c) Crítica (d) Muito Crítica

**21: Há quanto tempo está envolvido na reciclagem?**

- (a) Menos de 2 anos (b) Mais de 2 anos (c) Mais de 5 anos (d) Mais de 10 anos

**22: Qual é a sua renda média mensal proveniente da reciclagem?**

R\$

**23: Você tem conhecimento sobre os locais adequados para descarte de resíduos perigosos ou tóxicos?**

- (a) Sim (b) Não

**24: Você já enfrentou problemas com falta de segurança, como agressões, assaltos ou hostilidade durante o trabalho?**

- (a) Sim (b) Não

Se sim,descreva: \_\_\_\_\_

**25: Um dia fixo para a coleta de recicláveis ajudaria?**

- (a) Sim, seria ótimo. (b) Talvez. (c) Não acho que faça diferença. (d) Não sei.

**26: Existe alguma sugestão que você gostaria de compartilhar?**

---