



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS DA UFC EM QUIXADÁ**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**KASILIANA OLIVEIRA DA SILVA**

**PROMOVENDO A SUSTENTABILIDADE: UMA SOLUÇÃO PARA CONECTAR  
EMPRESAS DE RECICLAGEM, AUTÔNOMOS E GERADORES DE LIXO**

**QUIXADÁ**

**2023**

KASILIANA OLIVEIRA DA SILVA

PROMOVENDO A SUSTENTABILIDADE: UMA SOLUÇÃO PARA CONECTAR  
EMPRESAS DE RECICLAGEM, AUTÔNOMOS E GERADORES DE LIXO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Sistemas de informação do Campus da UFC em Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Sistemas de informação.

Orientador: Prof. Dr. Camilo Camilo Al-  
mendra.

QUIXADÁ

2023

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

---

- S58p Silva, Kasiliana Oliveira da.  
Promovendo a sustentabilidade : Uma solução para conectar empresas de reciclagem, autônomos e geradores de lixo / Kasiliana Oliveira da Silva. – 2023.  
71 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Camilo Camilo Almendra.
1. Gerenciamento de Resíduo. 2. Reciclagem. 3. Sustentabilidade. 4. Aplicação Web. I. Título.  
CDD 005
-

KASILIANA OLIVEIRA DA SILVA

PROMOVENDO A SUSTENTABILIDADE: UMA SOLUÇÃO PARA CONECTAR  
EMPRESAS DE RECICLAGEM, AUTÔNOMOS E GERADORES DE LIXO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Sistemas de informação do Campus da UFC em Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Sistemas de informação.

Aprovada em: 11/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Camilo Camilo Almendra (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Bruno Góis Mateus  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. João Ferreira de Lavor  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não teria forças para persistir. Em segundo, a minha dedicação em buscar conhecimento apesar dos obstáculos.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, Marciana e Cesar, que sempre me apoiaram e incentivaram a seguir na área da tecnologia. Infelizmente, meu amado pai não está mais entre nós para testemunhar a conclusão desta etapa significativa da minha jornada acadêmica. Amo vocês de maneira indescritível, e cada conquista é dedicada ao carinho e encorajamento que sempre me proporcionaram.

Quero estender minha gratidão não apenas aos meus pais, mas também a toda minha família, que desempenhou um papel crucial ao longo da minha jornada acadêmica. O apoio incondicional e a compreensão de cada membro da família foram pilares essenciais que sustentaram meus esforços.

Ao meu companheiro, cujo apoio e carinho foram constantes ao longo de todo o período dedicado a este trabalho. Sua presença significou muito para mim e tornou esta jornada mais significativa e especial.

Agradeço ao meu orientador, o professor Camilo Almendra. Sua orientação foi essencial para a realização deste trabalho, proporcionando conversas importantes e direcionamento que foram fundamentais para o sucesso desta etapa da minha formação acadêmica.

Agradeço aos meus amigos, cujo apoio e companhia foram essenciais ao longo de toda a minha trajetória. Sem dúvida, sem a presença deles, essa jornada teria sido muito mais árdua.

Por fim, agradeço a todos os professores por compartilharem não só saberes técnicos, mas também por manifestarem caráter e afetividade no meu processo de formação profissional.

## RESUMO

A contemporaneidade enfrenta um expressivo aumento na produção de resíduos urbanos, gerando desafios socioambientais e econômicos significativos. A gestão inadequada desses resíduos ameaça a saúde pública e a integridade dos ecossistemas. Nesse contexto, a reciclagem se destaca como um processo crucial para transformar materiais usados em novos produtos, promovendo a reutilização. Este estudo se concentra na análise da gestão de resíduos no Brasil, investigando aplicativos e sites como Cataki, Rota da Reciclagem e Google Maps, que visam facilitar a localização de pontos de coleta, com ênfase na importância da reciclagem. Propõe-se o desenvolvimento de uma aplicação para simplificar a interação entre empresas de coleta, catadores e indivíduos comprometidos com o descarte consciente. Na fase de pesquisa, foram analisados aplicativos e sites, incluindo Cataki, Rota da Reciclagem e Google Maps, para compreender as soluções existentes. Além disso, realizou-se uma pesquisa de levantamento com 11 geradores de resíduos e 3 catadores para entender suas necessidades e desafios. A proposta envolve o desenvolvimento de uma aplicação web, alinhada à disseminação do acesso à internet no Brasil. O objetivo é impulsionar a sustentabilidade, simplificando a interação entre empresas comprometidas com a coleta sustentável de resíduos, catadores de materiais recicláveis e indivíduos engajados no descarte consciente.

**Palavras-chave:** gestão de resíduos; reciclagem; sustentabilidade; aplicação web; política nacional de resíduos sólidos.

## ABSTRACT

Contemporary times face a significant increase in the production of urban waste, generating significant socio-environmental and economic challenges. The management of this waste threatens public health and the integrity of ecosystems. In this context, recycling stands out as a crucial process for transforming used materials into new products, promoting reuse. This study focuses on the analysis of waste management in Brazil, investigating applications and websites such as Cataki, Rota da Reciclagem and Google Maps, which aim to facilitate the location of collection points, with an emphasis on the importance of recycling. The development of an application is proposed to simplify the interaction between collection companies, collectors and individuals committed to conscious disposal. In the research phase, applications and websites were analyzed, including Cataki, Rota da Reciclagem and Google Maps, to understand how existing solutions. Additionally, we carried out survey research with 11 waste generators and 3 waste collectors to understand their needs and challenges. The proposal involves the development of a web application, approval for the dissemination of internet access in Brazil. The objective is to contribute to sustainability, simplifying interaction between companies committed to sustainable waste collection, collectors of recyclable materials and individuals engaged in conscious disposal.

**Keywords:** waste management; recycling; sustainability; web application; national solid waste policy.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produtos disponíveis e respectivas Application Programming Interfaces (APIs) da Plataforma Google . . . . .	22
Figura 2 – Área central do município de Quixeramobim representada na Plataforma OpenStreetMap . . . . .	23
Figura 3 – Fluxograma de atividades . . . . .	31
Figura 4 – Imagem de como adicionar um ponto no Google Maps . . . . .	35
Figura 5 – Campos disponíveis para adicionar um local (a) e Seleção de centro de reciclagem para categoria (b). . . . .	36
Figura 6 – Paleta de cores selecionadas para o projeto . . . . .	40
Figura 7 – Página inicial feita no Figma . . . . .	40
Figura 8 – Página inicial do sistema . . . . .	47
Figura 9 – Página de login do sistema . . . . .	47
Figura 10 – Página de busca antes de selecionar Estado e Cidade . . . . .	48
Figura 11 – Página de busca após selecionar Estado e Cidade . . . . .	49
Figura 12 – Página de busca com informações de pontos da API do Google Maps . . . . .	49
Figura 13 – Página de cadastro do usuário . . . . .	50
Figura 14 – Página de informações do usuário . . . . .	51
Figura 15 – Página 1 de cadastro de catador . . . . .	52
Figura 16 – Página 2 de cadastro de catador . . . . .	53
Figura 17 – Página 3 de cadastro de catador . . . . .	54
Figura 18 – Página de informações da empresa de coleta ou catador . . . . .	55
Figura 19 – Página de informações do(s) bairro(s) . . . . .	56
Figura 20 – Modal de edição do(s) bairro(s) . . . . .	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação de soluções para integração entre agentes da cadeia de gestão de resíduos sólidos . . . . .	37
---	----

## LISTA DE CÓDIGOS-FONTE

Código-fonte 1 – Incorporação do Google Maps no Front-end . . . . .	45
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
API	Application Programming Interface
ISWA	International Solid Waste Association
MNCR	Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis
NIST	National Institute of Standards and Technology
OSM	OpenStreetMap
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>16</b>
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivo geral</i>	<i>16</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>16</i>
<b>1.2</b>	<b>Estrutura do Trabalho</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Perfis na Gestão de Resíduos</b>	<b>17</b>
<i>2.1.1</i>	<i>Catadores de resíduos</i>	<i>17</i>
<i>2.1.2</i>	<i>Empresas de coleta</i>	<i>18</i>
<i>2.1.3</i>	<i>Geradores empresariais de resíduos</i>	<i>18</i>
<i>2.1.4</i>	<i>Geradores domésticos de resíduos</i>	<i>19</i>
<b>2.2</b>	<b>Serviços de mapas na web</b>	<b>20</b>
<i>2.2.1</i>	<i>Conceitos básicos de geomapping</i>	<i>20</i>
<i>2.2.1.1</i>	<i>Web Mapping 2.0</i>	<i>20</i>
<i>2.2.1.2</i>	<i>Neogeografia</i>	<i>20</i>
<i>2.2.1.3</i>	<i>GeoWeb</i>	<i>21</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Impacto dos serviços de mapas nas cidades inteligentes</i>	<i>21</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Google Maps</i>	<i>21</i>
<i>2.2.4</i>	<i>OpenStreetMap</i>	<i>22</i>
<b>2.3</b>	<b>Computação em nuvem</b>	<b>23</b>
<i>2.3.1</i>	<i>Hospedagem em Nuvem</i>	<i>24</i>
<i>2.3.2</i>	<i>Modelos e precificação em nuvem</i>	<i>24</i>
<i>2.3.2.1</i>	<i>Render: Plataforma Gerenciada para Aplicativos e APIs</i>	<i>26</i>
<b>3</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b><i>SOLID WM: Uma Aplicação Web Progressiva para a Gestão dos Resíduos Sólidos na UFC Quixadá Utilizando Visualização de Dados</i></b>	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Plataforma para promover a reciclagem através de técnicas de persuasão e crowdsourcing</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>

<b>5.1</b>	<b>Análise de alternativas</b> . . . . .	33
<b>5.1.1</b>	<i>Aplicativo Cataki</i> . . . . .	33
<b>5.1.2</b>	<i>Site Rota da Reciclagem</i> . . . . .	34
<b>5.1.3</b>	<i>Google Maps</i> . . . . .	34
<b>5.1.4</b>	<i>Comparação das alternativas</i> . . . . .	36
<b>5.2</b>	<b>Pesquisa de levantamento com usuários</b> . . . . .	37
<b>5.2.1</b>	<i>Perfil catadores</i> . . . . .	37
<b>5.2.2</b>	<i>Perfil geradores</i> . . . . .	38
<b>5.3</b>	<b>Design</b> . . . . .	39
<b>5.3.1</b>	<i>Requisitos funcionais</i> . . . . .	40
<b>5.3.2</b>	<i>Requisitos não-funcionais</i> . . . . .	41
<b>5.3.3</b>	<i>Arquitetura</i> . . . . .	42
<b>5.3.3.1</b>	<i>Front-end</i> . . . . .	42
<b>5.3.3.2</b>	<i>Back-end</i> . . . . .	43
<b>5.4</b>	<b>Implementação</b> . . . . .	44
<b>5.4.1</b>	<i>Interfaces do sistema e as suas funções</i> . . . . .	46
<b>5.4.1.1</b>	<i>Tela inicial</i> . . . . .	46
<b>5.4.1.2</b>	<i>Tela de autenticação</i> . . . . .	47
<b>5.4.1.3</b>	<i>Tela de busca por catador/empresas de coleta</i> . . . . .	48
<b>5.4.1.4</b>	<i>Tela de cadastro de usuário</i> . . . . .	49
<b>5.4.1.5</b>	<i>Tela de informações do usuário</i> . . . . .	51
<b>5.4.1.6</b>	<i>Tela de cadastro de um catador/ponto de coleta</i> . . . . .	51
<b>5.4.1.7</b>	<i>Tela de informações da empresa de coleta ou catador</i> . . . . .	55
<b>5.4.1.8</b>	<i>Tela de informações do(s) bairro(s)</i> . . . . .	55
<b>5.5</b>	<b>Avaliação</b> . . . . .	56
<b>5.5.1</b>	<i>Cenários ilustrativos das funcionalidades</i> . . . . .	57
<b>5.5.1.1</b>	<i>Cenário: Cadastro inicial de catador</i> . . . . .	57
<b>5.5.1.2</b>	<i>Cenário: Usuário visualiza informações integradas no Green Recycle</i> . . . . .	57
<b>5.5.2</b>	<i>Cenário ilustrativo da implantação</i> . . . . .	57
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b> . . . . .	59
<b>6.1</b>	<b>Limitações</b> . . . . .	60
<b>6.2</b>	<b>Trabalhos Futuros</b> . . . . .	60

<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	62
<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA ENTREVISTA COM CATA- DORES</b> . . . . .	64
<b>APÊNDICE B – FORMULÁRIO PARA ENTREVISTA COM GERA- DORES DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS E EMPRE- SARIAIS</b> . . . . .	65
<b>APÊNDICE C –RESPOSTAS DOS CATADORES</b> . . . . .	66
<b>APÊNDICE D –RESPOSTAS DOS GERADORES DE RESÍDUOS</b> . . .	67

## 1 INTRODUÇÃO

A era contemporânea testemunha uma notável urbanização e, como consequência, um aumento exponencial na produção de resíduos. A gestão inadequada desses resíduos não apenas desencadeia complexos desafios socioambientais e econômicos, mas também impõe ameaças substanciais à saúde pública e à integridade dos ecossistemas. No centro dessas preocupações encontra-se a busca por soluções eficazes para a destinação final dos resíduos, com um enfoque na preservação da qualidade ambiental e na conservação dos ecossistemas (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

A reciclagem é o processo de transformação de materiais já utilizados em novos produtos, com o intuito de promover a reutilização (SANTOS, 2021). Este processo visa conferir características ao resíduo, permitindo que este retorne ao ciclo produtivo como matéria-prima; por exemplo, sendo reutilizado na fabricação de novos produtos. Essa definição está alinhada com os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que regulamenta a gestão de resíduos no país, instituída pela Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

No Brasil, com a imunização contra a COVID-19 e o retorno às atividades presenciais, as dinâmicas sociais impactaram diretamente os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. De acordo com informações fornecidas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2023), a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) alcançou aproximadamente 81,8 milhões de toneladas no ano de 2022. Essa marca equivale a 1,043 kg por habitante/dia e revela uma curva regressiva, o que sugere uma possível correlação com as mudanças nas dinâmicas sociais e com a retomada da geração de resíduos em empresas e escolas.

No entanto, apenas 4% dos resíduos potencialmente recicláveis são encaminhados para esse processo no país, de acordo com levantamento da International Solid Waste Association (ISWA),<sup>1</sup> representada no Brasil pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Esse índice está consideravelmente abaixo de nações similares, tais como Chile e Argentina, que apresentam uma média de 16% de reciclagem. Esse cenário revela desafios persistentes, incluindo a falta de conscientização e informações precisas sobre métodos de coleta, áreas atendidas, pontos de reciclagem e catadores de resíduos. É evidente a necessidade de iniciativas abrangentes para abordar esses problemas e aprimorar a gestão de resíduos no Brasil.

---

<sup>1</sup> International Solid Waste Association. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/iswa/>. Acesso em: 15 nov. 2023



Associado a isso, destaca-se no Brasil um aumento da prevalência do acesso à internet e da familiaridade das pessoas com o uso de soluções de internet. A pesquisa anual “TIC Domicílios 2023” fornece um panorama da conectividade no Brasil (CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO, 2023). A pesquisa revelou que 84% da população brasileira possui acesso à internet em seus lares, destacando a presença ubíqua da rede. Esses números fortalecem a oportunidade de explorar soluções baseadas na internet para maximizar o alcance de iniciativas para coleta seletiva de resíduos.

Neste trabalho, focamos na investigação e desenvolvimento de uma solução para conectar os diversos agentes envolvidos na fase inicial da cadeia de gestão de resíduos, que é a coleta seletiva. Há várias soluções web e móveis existentes nesse contexto, porém algumas limitações significativas impedem um uso mais amplo pela sociedade. Alguns exemplos de dificuldades são a falta de atualização constante dos dados, dificuldade de encontrar de forma integrada catadores e empresas de coleta no mesmo site ou aplicativo, a ausência de integração com o Google Maps, e empecilhos no cadastro inicial. Dessa forma, soluções com características promissoras estão efetivamente fora de operação ou sem suporte para atualização de dados, tais como Cataki <sup>2</sup>, Rota da Reciclagem <sup>3</sup>, a proposta de Silva (2018), e a proposta de Santos (2021). Essas limitações indicam a necessidade de uma abordagem diferente para superar desafios que afetam a efetividade das ferramentas na gestão sustentável de resíduos.

Neste trabalho, propomos abordar o problema de conexão entre agentes da coleta seletiva, visando superar algumas das limitações identificadas no panorama atual. Para alcançar esse objetivo, nossa proposta se fundamenta em três pilares:

**1. Combinação de funcionalidades:**

- Integramos funcionalidades que normalmente estão isoladas em diferentes soluções, proporcionando uma abordagem mais abrangente e eficiente na gestão de resíduos.

**2. Código aberto:**

- Adotamos uma abordagem de código aberto para nossa solução, promovendo transparência, colaboração e permitindo contribuições externas para aprimorar constantemente a eficácia do sistema.

**3. Baixo custo de operação:**

- Optamos por tecnologias que oferecem planos gratuitos, reduzindo os custos operaci-

<sup>2</sup> Cataki. Disponível em: <https://www.cataki.org/>. Acesso em: 15 nov. 2023

<sup>3</sup> Rota da Reciclagem. Disponível em: <https://www.rotadareciclagem.com.br/>. Acesso em: 15 nov. 2023

onais. Isso permite uma fácil adoção da solução, tornando-a acessível.

Esses três pilares formam a base de nossa proposta, visando não apenas resolver desafios identificados, mas também criar uma solução prática e reusável para facilitar a gestão de resíduos na coleta seletiva.

## **1.1 Objetivos**

Nesta seção, apresentamos o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho.

### ***1.1.1 Objetivo geral***

Esta pesquisa visa investigar e desenvolver uma aplicação com o propósito de impulsionar a sustentabilidade, simplificando a interação entre empresas comprometidas com a coleta sustentável de resíduos, catadores de materiais recicláveis e indivíduos engajados no descarte consciente.

### ***1.1.2 Objetivos específicos***

1. Analisar as dificuldades e problemas encontrados nas soluções que existem atualmente no mercado;
2. Investigar com os usuários o uso das soluções existentes;
3. Projetar e implementar uma solução web, de código aberto e baixo custo de operação para endereçar os problemas, cadastro unificado de catadores e empresas de coleta, além de integrar informações de empresas já cadastradas no Google Maps; e
4. Avaliar a solução através de cenários ilustrativos.

## **1.2 Estrutura do Trabalho**

O restante deste trabalho está organizado nos seguintes capítulos: o Capítulo 2 apresenta conceitos e temas importantes para o entendimento desta pesquisa. O Capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados. O Capítulo 4 descreve os nossos procedimentos metodológicos. O Capítulo 5 apresenta os resultados alcançados com a execução da pesquisa. Por fim, o Capítulo 6 apresenta nossas conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresentamos a caracterização dos perfis envolvidos na gestão de resíduos, destacando a relevância de cada tipo. Em seguida, discutimos conceitos relacionados a serviços de mapas (geolocalização) na web, destacando suas características e como podem ser utilizados como parte de soluções web.

### 2.1 Perfis na Gestão de Resíduos

Na PNRS, mais especificamente na Lei nº 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010), são estabelecidos os perfis envolvidos na gestão de resíduos. Estes perfis abrangem catadores, empresas de coleta, geradores de resíduos, podendo ser separados em domésticos e empresariais, cada um desempenhando um papel crucial no sistema de gestão de resíduos. A seguir, apresentamos uma análise detalhada de cada perfil e suas características distintivas, destacando a importância de sua contribuição para a efetiva implementação das diretrizes estabelecidas por esta legislação.

#### 2.1.1 *Catadores de resíduos*

No cenário brasileiro, os catadores de resíduos desempenham um papel importante na gestão responsável de resíduos, desempenhando funções de coleta seletiva, triagem e reciclagem de materiais descartados e implementação da PNRS no Brasil (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [s.d.]). Sua atuação não se limita apenas à preservação ambiental; ela se estende significativamente para abraçar a inclusão social e impulsionar a economia local.

No Brasil, existe o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) é um movimento social ativo há aproximadamente duas décadas, dedicado à organização e representação dos catadores de materiais recicláveis em todo o Brasil. O principal objetivo do MNCR é promover a valorização desses trabalhadores, reconhecendo a importância e o papel fundamental que desempenham como trabalhadores dedicados no setor de reciclagem (MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS, 2015).

Estima-se que no Brasil existam aproximadamente 800 mil catadores e catadoras em atividade, sendo notável que a maioria desse contingente é representada pelo gênero feminino, compreendendo cerca de 70% da categoria (MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS, 2017). Além disso, o impacto significativo desses trabalhadores na gestão de resíduos é evidenciado pelo fato de que eles são responsáveis pela coleta de

aproximadamente 90% de todos os materiais reciclados no país. Esses dados destacam a relevância crucial dos catadores na cadeia de reciclagem do Brasil, não apenas como agentes ambientais, mas também como contribuintes fundamentais para a economia e sustento de suas comunidades.

### **2.1.2 *Empresas de coleta***

No âmbito da gestão de resíduos sólidos, as empresas de coleta desempenham um papel crucial ao conectar os geradores de resíduos aos sistemas de tratamento e destinação. Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), essas empresas são obrigadas a seguir diretrizes específicas, garantindo processos de tratamento que incluem triagem, separação e reciclagem, sempre que viável.

Ao aderir a essas diretrizes, as empresas de coleta se tornam agentes fundamentais na promoção de práticas sustentáveis de descarte e reciclagem. Seu compromisso não se limita apenas à eficiente e segura execução da coleta, abrangendo uma ampla gama de resíduos, desde os domésticos até categorias mais especializadas, como eletrônicos ou recicláveis. Essas operações contribuem ativamente para a redução do impacto ambiental, alinhando-se aos princípios da PNRS.

Além disso, vale destacar que os resíduos não recicláveis, de acordo com as normativas estabelecidas, devem ser destinados a aterros sanitários licenciados. Dessa forma, a eficiência e abrangência das operações das empresas de coleta são cruciais para o funcionamento eficaz do sistema de gestão de resíduos em níveis local e regional, assegurando a conformidade com as políticas ambientais e contribuindo para um ambiente mais sustentável a longo prazo.

### **2.1.3 *Geradores empresariais de resíduos***

No contexto da gestão sustentável de resíduos, os geradores empresariais desempenham um papel significativo, uma vez que suas atividades impactam diretamente a quantidade e a natureza dos resíduos gerados. Essas entidades, que variam desde pequenas empresas até grandes corporações, possuem responsabilidades específicas que contribuem para a eficácia do sistema de gestão de resíduos, conforme estabelecido pela PNRS (BRASIL, 2010). A compreensão do perfil desses geradores é importante para implementar práticas sustentáveis e minimizar o impacto ambiental, conforme recomendado pela legislação.

Algumas responsabilidades dos Geradores Empresariais são listadas a seguir:

1. **Classificação Adequada:** Conforme a PNRS, os geradores empresariais têm a responsabilidade de classificar corretamente os resíduos gerados, seguindo as diretrizes estabelecidas pela legislação ambiental. Isso inclui identificar resíduos recicláveis, perigosos e não recicláveis.
2. **Implementação de Práticas Sustentáveis:** A PNRS incentiva a adoção de práticas sustentáveis, como a redução na fonte, reutilização e reciclagem, pelas empresas. Isso contribui diretamente para a minimização do volume de resíduos destinados a aterros sanitários, promovendo a economia circular.
3. **Cooperação com Empresas de Coleta:** Colaborar efetivamente com empresas de coleta de resíduos é fundamental, conforme preconizado pela PNRS. Isso envolve a separação adequada dos resíduos nos locais de origem e a facilitação do processo de coleta, garantindo a eficiência no transporte para destinação e tratamento adequados.

Além disso, segundo Ministério do Meio Ambiente ([s.d.]b) em novembro de 2015, o Governo Federal assinou com representantes do setor empresarial e dos catadores de materiais recicláveis o acordo setorial para a logística reversa de embalagens em geral. Este é um acordo no qual o setor empresarial responsável pela produção, distribuição e comercialização de embalagens de papel e papelão, plástico, alumínio, aço, vidro.

#### **2.1.4 Geradores domésticos de resíduos**

Os geradores domésticos de resíduos são agentes na dinâmica da gestão de resíduos sólidos, conforme delineado pela Lei nº 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010). Este grupo engloba indivíduos comuns que, por meio de suas atividades cotidianas, contribuem significativamente para a geração de resíduos sólidos, englobando desde o consumo até o descarte de embalagens.

A conscientização e participação ativa dos geradores domésticos são elementos cruciais para promover práticas sustentáveis de descarte no Brasil. No entanto, enfrentamos desafios expressivos, evidenciados pelo baixo índice de reciclagem de apenas 4% dos resíduos sólidos passíveis desse processo, de acordo com levantamento da ISWA,<sup>1</sup>. A falta de adoção generalizada de hábitos como a separação adequada de resíduos recicláveis e a redução do desperdício é, muitas vezes, atribuída à carência de educação ambiental e infraestrutura adequada de coleta seletiva em diversas regiões do país.

O entendimento da importância dessas práticas, não apenas para o meio ambiente,

<sup>1</sup> International Solid Waste Association. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/iswa/>. Acesso em: 18 nov. 2023

mas também para a construção de uma cultura sustentável, requer esforços contínuos em educação e conscientização.

## **2.2 Serviços de mapas na web**

Nesta seção, exploramos o papel desempenhado pelos serviços de mapas na web nas iniciativas de cidades inteligentes. Esses serviços fornecem recursos tecnológicos para a visualização e análise de dados geoespaciais. Abordaremos conceitos básicos de *geomapping*, destacando a relevância dessa abordagem para as cidades inteligentes. Além disso, apresentaremos dois dos principais serviços de mapas, Google Maps e Open Street Map (OSM), oferecendo uma visão aprofundada de suas capacidades e aplicações. O objetivo é proporcionar uma compreensão do impacto desses serviços e como eles contribuem para a eficiência e aprimoramento das operações urbanas.

### **2.2.1 Conceitos básicos de geomapping**

No contexto do mapeamento geoespacial, alguns conceitos são apresentados a seguir, tais como a evolução e as práticas associadas ao *geomapping*.

#### **2.2.1.1 Web Mapping 2.0**

O conceito de Web Mapping 2.0 refere-se à transformação do mapeamento na web, caracterizado pela participação ativa dos usuários na criação, compartilhamento e edição de informações geoespaciais. Esta abordagem destaca a colaboração e a contribuição de indivíduos comuns para a produção coletiva de mapas (HAKLAY *et al.*, 2008).

#### **2.2.1.2 Neogeografia**

A neogeografia representa uma mudança no paradigma tradicional do mapeamento, permitindo que indivíduos não especialistas participem ativamente na criação de mapas e na produção de dados geográficos (HAKLAY *et al.*, 2008). Isso implica em uma democratização do processo, ampliando o acesso e a contribuição para a construção de conhecimento geoespacial (HAKLAY *et al.*, 2008).

### 2.2.1.3 *GeoWeb*

O termo GeoWeb refere-se à interseção entre a web e o espaço geográfico. Ele engloba a integração de tecnologias da Web 2.0 para facilitar a criação, compartilhamento e uso de informações geoespaciais de forma colaborativa (HAKLAY *et al.*, 2008).

Esses conceitos destacam como os usuários atualmente podem participar ativamente na criação e compartilhamento de informações, democratizando o processo. Ao integrar tecnologias da Web 2.0, o GeoWeb se torna um espaço colaborativo onde a produção coletiva de mapas é facilitada (HAKLAY *et al.*, 2008).

### 2.2.2 *Impacto dos serviços de mapas nas cidades inteligentes*

Serviços de mapas têm sido cada vez mais importantes na construção de modelos da cidade, um aspecto fundamental para a compreensão e aprimoramento de diversas operações urbanas (KON; SANTANA, 2017). O desenvolvimento desses modelos são usados para melhorar o entendimento do funcionamento, por parte da população e dos pesquisadores, dos vários serviços urbanos disponíveis.

Esses modelos podem abranger desde o mapa estático da cidade, incluindo a localização de ruas e equipamentos públicos, até aspectos dinâmicos como o fluxo de veículos, zonas de congestionamento em diferentes momentos do dia e a variação na utilização dos serviços de saúde ao longo do progresso de epidemias. A utilização desses modelos não apenas melhora a compreensão da cidade, mas também facilita a análise automática dos dados por meio de algoritmos de aprendizado de máquina (KON; SANTANA, 2017).

### 2.2.3 *Google Maps*

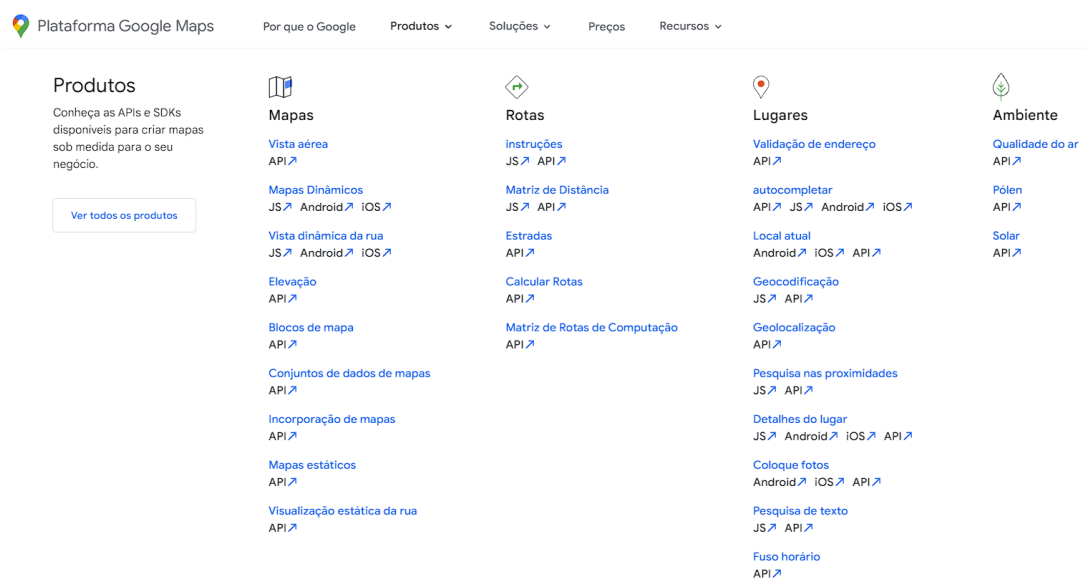
Google Maps é um serviço muito utilizado para a navegação moderna e a visualização de mapas em todo o mundo. Além de ser amplamente utilizado por usuários para encontrar direções, explorar áreas locais e descobrir informações sobre locais específicos, o Google Maps também oferece uma plataforma robusta para desenvolvedores. Sua documentação oficial, acessível na plataforma do Google <sup>2</sup>, fornece uma ampla gama de serviços que permitem a incorporação de mapas personalizados em aplicativos e sites. Isso inclui a integração de recursos como geocodificação, direções, e até mesmo visualização 3D, proporcionando aos

<sup>2</sup> Plataforma do Google. Disponível em: <https://mapsplatform.google.com/>. Acesso em: 20 nov. 2023

desenvolvedores as ferramentas necessárias para criar experiências de mapa personalizadas e interativas.

Para utilizar a API do Google Maps, é necessário possuir uma conta Google e criar uma chave de acesso. Além disso, existem diversos planos disponíveis, incluindo uma opção gratuita com limites, um período inicial de 90 dias que oferece 300 dólares em créditos para novos usuários do Google Cloud e da Plataforma Google Maps. Adicionalmente, há planos pagos que podem ser ajustados de acordo com as necessidades específicas da empresa ou pessoa usuária.

Figura 1 – Produtos disponíveis e respectivas APIs da Plataforma Google



Fonte: Capturado do site <https://mapsplatform.google.com/> (2023)

## 2.2.4 OpenStreetMap

O OpenStreetMap (OSM) representa uma alternativa de mapeamento colaborativo e aberto em relação a serviços de mapas comerciais. Essa plataforma, acessível no site <https://www.openstreetmap.org/>, é mantida por uma comunidade global de contribuidores voluntários que adicionam e editam dados geoespaciais. Diferentemente de outras soluções, o OSM permite acesso livre e gratuito aos seus dados, promovendo a democratização da informação geográfica.

Desenvolvedores têm a capacidade de integrar mapas do OpenStreetMap em seus aplicativos e sites através de várias ferramentas e APIs. A documentação oficial oferece informações detalhadas sobre os serviços disponíveis, abrangendo áreas como geocodificação, roteamento e renderização de mapas. Contudo, é importante observar que, até o momento,



o OSM ainda não oferece uma funcionalidade específica para buscar pontos de reciclagem. Apesar disso, essa plataforma continua sendo uma solução abrangente que atende a diversas necessidades de mapeamento e pode ser uma opção valiosa para muitos casos de uso.

Para utilizar o OSM em aplicações, não é necessário criar uma chave de API, e seu uso é geralmente gratuito. No entanto, é crucial revisar e entender as políticas de uso da plataforma para garantir conformidade com as diretrizes da comunidade. A natureza colaborativa e de código aberto do OSM proporciona flexibilidade e liberdade aos desenvolvedores na criação de experiências de mapas personalizadas e adaptadas às suas necessidades.

Figura 2 – Área central do município de Quixeramobim representada na Plataforma OpenStreetMap



Fonte: Capturado do site <https://www.openstreetmap.org> (2023)

### 2.3 Computação em nuvem

A computação em nuvem, conforme definida pelo National Institute of Standards and Technology (NIST), é um modelo que possibilita o acesso ubíquo, conveniente e sob demanda a um conjunto compartilhado de recursos de computação, como redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços (MELL; GRANCE, 2011). Esses recursos podem ser rapidamente provisionados e liberados com o mínimo de esforço de gerenciamento ou interação com o provedor de serviços.

### 2.3.1 *Hospedagem em Nuvem*

A hospedagem na nuvem, de acordo com a definição da plataforma Google Cloud <sup>3</sup>, é a capacidade de disponibilizar aplicativos e sites na Internet usando a nuvem. Na prática, isso envolve aproveitar os recursos de computação de uma rede de servidores virtuais e físicos, hospedados na nuvem. Essa abordagem oferece escalabilidade e flexibilidade, permitindo alterações rápidas quando necessário.

A hospedagem em nuvem fornece uma maneira flexível de implantar aplicativos, sites e serviços. Ao contrário da hospedagem tradicional, onde os recursos são adquiridos e mantidos localmente, a hospedagem em nuvem permite que empresas e desenvolvedores utilizem os recursos de infraestrutura fornecidos por provedores de nuvem, como o Google Cloud.

Essa abordagem tem se destacado pela capacidade de fornecer recursos sob demanda, permitindo a adaptação às necessidades específicas de cada aplicativo ou serviço. As opções de serviços, como máquinas virtuais, contêineres e funções *serverless*, oferecem diferentes níveis de abstração, permitindo escolher a melhor solução para cada caso de uso. Além disso, é importante explicar o que é Frontend e Backend, pois em aplicações desenvolvidas para disponibilizar o acesso ao público, a hospedagem é um componente essencial. O Front-end, responsável pela interface visível ao usuário, e o Back-end, que opera nos bastidores e envolve o banco de dados responsável pelo processamento final dos dados recebidos do Front-end, colaboram na entrega eficiente e segura do conteúdo.

### 2.3.2 *Modelos e precificação em nuvem*

Os modelos de precificação em nuvem variam entre os provedores e podem incluir pagamento por uso, reservas de capacidade e modelos híbridos.

A Vercel <sup>4</sup> é uma plataforma conhecida por sua abordagem simplificada e foco em desenvolvedores. Oferece uma experiência integrada para aplicações baseadas em JavaScript, React, Vue, entre outras. Seus planos incluem opções gratuitas e pagas, cada uma com diferentes níveis de recursos e suporte. No plano gratuito, no entanto, é importante observar as limitações associadas aos planos gratuitos, como restrições de largura de banda e recursos computacionais.

Atualmente, o plano gratuito da Vercel oferece a seguinte variedade de recursos:

---

<sup>3</sup> Plataforma do Google Cloud. Disponível em: <https://cloud.google.com/learn/what-is-cloud-hosting?hl=pt-br>. Acesso em: 25 nov. 2023

<sup>4</sup> Vercel. Disponível em: <https://vercel.com/home>. Acesso em: 25 nov. 2023.

- **Support for 35+ Frameworks:** Suporte para mais de 35 frameworks, facilitando a construção de diferentes tipos de aplicações.
- **Fast Globally (Edge Network):** Entrega rápida de conteúdo através de uma rede de borda global.
- **Automatic CI/CD (Git Integration):** Integração contínua e entrega contínua automática diretamente do repositório Git.
- **Functions (Serverless, Edge):** Capacidade de utilizar funções serverless na borda da rede.
- **Starter Database (KV, Postgres):** Inclui um banco de dados inicial, com suporte para Key-Value e PostgreSQL.
- **Web Analytics:** Recursos para análise do desempenho e comportamento do seu aplicativo ou site.
- **Community Support:** Suporte da comunidade para solução de problemas e dúvidas.

O plano pago, disponível por 20 dólares americanos, oferece algumas funcionalidades extras:

- **Unlimited Environments:** Ambientes ilimitados para desenvolvimento, teste e produção.
- **More Functions (Serverless, Edge):** Ampliação da capacidade de utilizar funções serverless na borda da rede.
- **More Databases (KV, Postgres):** Acesso a um número maior de bancos de dados e recursos.
- **More Web Analytics Events:** Aumento na capacidade de rastreamento de eventos de análise.
- **More Experimentation (Edge Config, Middleware):** Maior flexibilidade para experimentação, incluindo configurações na borda e middleware.
- **Preview/Comment/Edit Deployments:** Recursos avançados para visualizar, comentar e editar implantações.
- **Basic DDoS Mitigation:** Mitigação básica de ataques distribuídos de negação de serviço (DDoS).
- **Email Support:** Suporte por e-mail para assistência técnica.

Essas características tornam o plano pago mais adequado para projetos e empresas que necessitam de recursos avançados e suporte mais direto. No entanto, para projetos iniciais e que não demandam tanto suporte, o plano gratuito já será excelente, oferecendo uma gama de recursos valiosos para o desenvolvimento e implantação de aplicações.

### 2.3.2.1 *Render: Plataforma Gerenciada para Aplicativos e APIs*

O Render <sup>5</sup> é uma plataforma gerenciada para aplicativos e APIs, conhecida por sua transparência em relação aos custos e escalabilidade automática. Seus preços são baseados no uso real, e a plataforma oferece um plano gratuito limitado, bem como planos pagos mais robustos.

O plano gratuito do Render oferece a capacidade de implantar instâncias de alguns tipos de serviço gratuitamente. Algumas características incluem:

- **Serviços da Web (Node.js, Python, Rails, etc.):** Pode implantar aplicativos da web gratuitamente.
- **Bancos de Dados PostgreSQL:** Permite hospedar bancos de dados PostgreSQL gratuitamente.
- **Instâncias Redis:** Oferece a capacidade de implantar instâncias Redis sem custo.

No que diz respeito ao banco de dados PostgreSQL gratuito no Render:

- A instância oferece 512MB e 0.1 CPU.
- Os bancos de dados PostgreSQL gratuitos expiram automaticamente 90 dias após a criação, a menos que sejam atualizados para um tipo de instância paga.

No serviço da web gratuito:

- Render concede 750 horas de instância gratuitas para cada usuário e equipe por mês.
- Um serviço da web gratuito consome essas horas enquanto estiver em execução.
- Todas as horas de instância gratuitas restantes expiram no final de cada mês.
- Os serviços da web gratuitos também contam para as cotas mensais de largura de banda de saída gratuita e minutos de pipeline.

Essas características fazem do plano gratuito do Render uma opção atrativa para projetos iniciais, oferecendo recursos para hospedagem de aplicativos e bancos de dados sem custo associado.

O Render oferece planos pagos com recursos mais avançados. Algumas características incluem:

- **Instâncias de Bancos de Dados Pagas:** Planos de 7, 25, 85, 175, 225, e 450 dólares, oferecendo recursos e desempenho crescentes.

Essas características adicionais tornam os planos pagos do Render ideais para projetos e empresas que necessitam de maior capacidade e suporte personalizado.

<sup>5</sup> Render. Disponível em: <https://dashboard.render.com/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

## Características para aproveitar planos gratuitos em Nuvem

### *Front-end (Vercel):*

1. **Compatibilidade com frameworks suportados:** O front-end precisar ser de frameworks suportados pela Vercel, como React, Vue, etc, linguagem principal sendo javascript ou typescript.
2. **Sua aplicação pode consumir até o limite dos seguintes pontos:**
  - 500.000 unidades de execução do Edge Functions
  - 1 milhão de invocações de Edge Middleware
  - 100 GB-horas de execução de funções sem servidor
  - 6.000 minutos de execução de build
  - 1 compilação simultânea
  - 1.000 imagens de origem para otimização de imagem
  - Largura de banda de 100 GB
  - 1 hora de registros de tempo de execução

### *Back-end (Render):*

1. **Compatibilidade com serviços render:** Desenvolva o back-end para ser compatível com os serviços oferecidos pelo Render, como instâncias de serviços da web, bancos de dados PostgreSQL e instâncias Redis.
2. O backend gratuito é válido por até 3 meses. Após esse período, será necessário criar uma nova aplicação ou adquirir um plano.
3. Limite de uso mensal para o banco de dados: 1.0 GB.

Ter uma base de código aberta, fácil de ser implantada em planos gratuitos na nuvem, pode ser uma característica que facilitará para pessoas ou organizações manterem suas próprias instâncias do Green Recycle, mesmo que no futuro a instância apresentada neste trabalho saia do ar.

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção serão apresentados alguns trabalhos relacionados ao tema, junto a um resumo de cada um deles, por fim é abordada uma comparação entre ambos, de modo a demonstrar a correlação com o trabalho proposto.

#### 3.1 *SOLID WM: Uma Aplicação Web Progressiva para a Gestão dos Resíduos Sólidos na UFC Quixadá Utilizando Visualização de Dados*

O trabalho de Silva (2018) destaca logo no início o cenário de aceleração da produção de resíduos sólidos em decorrência da revolução industrial e urbanização global. E com isso, o aumento da produção desses resíduos, tornou-se crucial implementar uma gestão eficaz para lidar com os impactos ambientais e na saúde pública. Nesse contexto, foram exploradas visualizações de dados e ferramentas digitais como meio para simplificar a compreensão e controle dessas informações.

Durante o processo de desenvolvimento, foram analisadas diversas soluções existentes, evidenciando o potencial das Aplicações Web Progressivas como uma alternativa promissora. Essas aplicações mostraram-se capazes de superar as limitações de acessibilidade e operabilidade encontradas em plataformas convencionais. Além disso, para atender aos requisitos estabelecidos pelo autor, a aplicação visa registrar os diferentes tipos de resíduos sólidos, bem como documentar a quantidade coletada diariamente em quilogramas.

O objetivo central do trabalho consistiu na implementação da aplicação SolidWM para a gestão de resíduos sólidos na UFC Quixadá, utilizando a tecnologia de Aplicações Web Progressivas (PWA). Essa aplicação foi criada para facilitar o registro, análise e tomada de decisões relacionadas às coletas de resíduos na instituição.

Adicionalmente, conduziu-se uma avaliação prática do software por meio de um teste de aplicação com um gestor. Durante esse processo, foram apresentadas 15 perguntas abordando sua opinião sobre o software, sugestões de melhorias e possíveis funcionalidades adicionais. Posteriormente, o gestor foi convidado a preencher um questionário formal. Em termos gerais, o usuário manifestou satisfação, identificando, ao mesmo tempo, oportunidades para aprimoramentos futuros.

Ao concluir o trabalho, percebeu-se que o SolidWM surgiu como uma ferramenta eficiente para a gestão de resíduos sólidos, alinhando-se aos requisitos estabelecidos no início.

Entre as limitações, foi destacado a necessidade de inserção manual dos dados. Propostas para trabalhos futuros visam melhorias na experiência do usuário e a automação do cadastro de coletas por meio de Internet of Things (IoT).

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

A dissertação de Santos (2021) abordou a crescente escassez de recursos naturais no planeta, destacando a necessidade de uso sustentado e maior reutilização de materiais. A reciclagem surgiu como solução, transformando materiais usados em novos produtos para preservar o meio ambiente.

Apesar disso, o autor ressaltou que em Portugal, a produção de lixo doméstico aumentava, enquanto a reciclagem diminuía. Dessa forma, era crucial agir de forma rápida, educando a população sobre práticas sustentáveis. A falta de conhecimento das regras e métodos de reciclagem contribuía para a baixa motivação da população.

O trabalho buscou uma estratégia para disponibilizar informações verídicas sobre reciclagem, resultando no desenvolvimento de uma aplicação móvel. Esta permitia visualizar ecopontos, atualizar dados por meio de crowdsourcing e envolver os usuários, integrando práticas sustentáveis em seu cotidiano. A tecnologia desempenhou um papel fundamental, considerando a forte presença de smartphones na vida cotidiana. A aplicação foi implementada em parceria com a Amarsul, uma empresa de gestão de resíduos.

O trabalho teve como requisitos Visualização geográfica dos ecopontos no mapa, informação detalhada dos ecopontos, inserção de novos ecopontos, feedback de anomalias aos ecopontos, processo de aprovação de informação, registo dos depósitos efetuados, sincronização das localizações mais recentes, contexto da família.

A plataforma consistia em duas partes: uma com foco na visualização de ecopontos e participação ativa dos usuários, e outra em um jogo para educar sobre sustentabilidade, além de inventar por meio da gamificação associada, onde os usuários poderiam registrar os depósitos que faziam nos ecopontos, ganhando pontos por essa ação.

Os requisitos do trabalho incluíram a visualização geográfica dos ecopontos no mapa, informações detalhadas sobre os ecopontos, inserção de novos ecopontos, feedback de anomalias aos ecopontos, processo de aprovação de informações, registo de depósitos efetuados, sincronização das localizações mais recentes e contexto familiar.

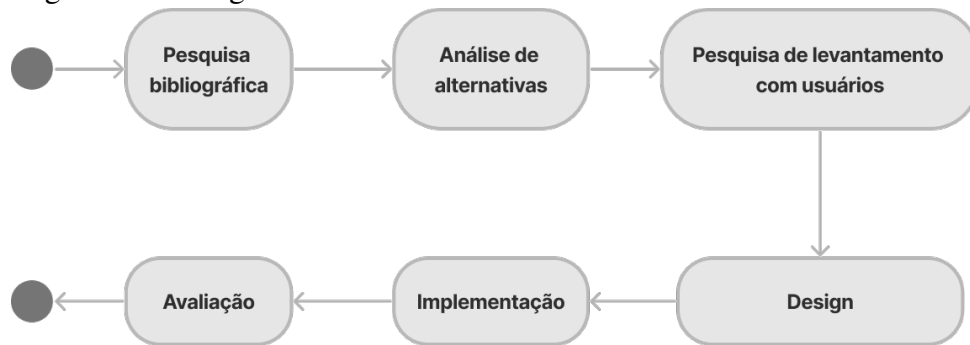
Na conclusão, os testes com usuários permitiram identificar melhorias, como a simplificação da inserção de novos pontos de recolha. Apesar de algumas limitações decorrentes da pandemia, os resultados foram significativos, indicando que a aplicação atingiu seus objetivos. O capítulo final apontou para implementações futuras, incluindo a disponibilização da aplicação no mercado, integração de companhias de outras regiões e uma versão para iOS. Além disso, como trabalho futuro, o autor mencionou a implementação da funcionalidade de inserção de novo ponto de recolha, destacada pelos usuários que participaram dos testes.



## 4 METODOLOGIA

Este capítulo descreve as etapas seguidas para alcançar os objetivos deste trabalho. A Figura 3 oferece uma visão geral dessas etapas, enquanto as seções subsequentes fornecem detalhes sobre cada uma delas, desde a pesquisa bibliográfica até a avaliação da aplicação proposta.

Figura 3 – Fluxograma de atividades



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A pesquisa bibliográfica na etapa inicial deste estudo foi conduzida por meio de consultas *ad-hoc* em mecanismos de busca convencionais, tais como o Google<sup>1</sup> e a plataforma Google Acadêmico<sup>2</sup>. O objetivo dessa busca foi identificar estudos relacionados à concepção de aplicativos ou sites dedicados à gestão de pontos de coleta, pesquisa na área de reciclagem, e a inclusão de catadores em iniciativas correlatas.

O resultado desta etapa subsidiou a motivação para esta pesquisa discutida no Capítulo 1, a apresentação da fundamentação teórica no Capítulo 2, e a discussão de trabalhos relacionados no Capítulo 3.

Na pesquisa de alternativas identificamos duas soluções brasileiras: o aplicativo Cataki e a plataforma Rota de Reciclagem. O aplicativo Cataki foi projetado para facilitar a conexão entre catadores de materiais recicláveis e usuários que desejam descartar seus resíduos de maneira consciente. Cataki está disponível nas plataformas Android e iOS. A plataforma Rota da Reciclagem destaca-se como um portal online dedicado ao mapeamento de pontos de reciclagem. Essa iniciativa oferece informações sobre locais como comércios, cooperativas e pontos de entrega voluntária. Ao proporcionar esses dados, a plataforma visa facilitar o acesso dos usuários a opções sustentáveis de descarte de resíduos. Essas soluções são discutidas com mais detalhes na Seção 5.1 dos resultados.

<sup>1</sup> Google. Disponível em: <https://www.google.com/>. Acesso em: 20 nov. 2023

<sup>2</sup> Google acadêmico. Disponível em: <https://scholar.google.com/>. Acesso em: 20 nov. 2023

A seção 5.2 detalha a pesquisa de levantamento conduzida por meio de dois questionários distintos. O primeiro questionário foi elaborado para catadores, visando aprofundar a compreensão de suas necessidades e desafios no contexto da coleta seletiva.

Por sua vez, o segundo questionário foi direcionado a geradores de resíduos domésticos e empresas, buscando obter opiniões desses grupos de agentes sobre suas perspectivas, práticas e comportamentos em relação ao descarte consciente. Procuramos entender como esses grupos percebem a gestão de resíduos, se já adotam práticas sustentáveis e quais desafios enfrentam ao tentar fazê-lo.

Um dos pilares deste trabalho é a combinação de funcionalidades. Dessa forma, a expectativa é que a consolidação das diferentes perspectivas dos agentes envolvidos contribua para o desenvolvimento de uma solução mais alinhada às necessidades gerais da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A seção 5.3 aborda o processo de design, conduzido com base nos dados obtidos por meio da pesquisa de levantamento, na análise de alternativas e nos requisitos identificados. A análise desses dados nos levou a proposta de um design que busca atender às necessidades e preferências dos diversos agentes de forma combinada. Os artefatos de design produzidos foram protótipos de tela, fluxos de navegação e *wireframes*, além disso, a escolha dos ícones, imagens e cores foram importantes para a construção e visualização do sistema.

Na Seção 5.4, descrevemos as escolhas de tecnologias e relatamos o processo de implementação do projeto. Para atender os requisitos funcionais e a necessidade de facilidade de implantação, optamos por desenvolver uma aplicação web, utilizando React no *front-end* e Node.js no *back-end*. Na Seção 5.4 discorremos sobre as justificativas para essas escolhas.

Na Seção 5.5, conduzimos uma avaliação das funcionalidades e da implementação da plataforma Green Recycle. Utilizamos cenários ilustrativos que representam diversas interações entre usuários, catadores, empresas de coleta e geradores de resíduos. Esses cenários foram desenvolvidos para proporcionar uma compreensão mais ampla de como a plataforma responde a diferentes situações do mundo real.

Adicionalmente, abordamos um cenário de implantação na mesma seção, fornecendo orientações para que outros desenvolvedores ou empresas possam realizar um *fork* (ramificação) do projeto e implementá-lo em outra plataforma.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise de alternativas

Nesta seção, discutimos a análise das alternativas exploradas, destacando os pontos-chave e as experiências obtidas.

#### 5.1.1 *Aplicativo Cataki*

O aplicativo Cataki se dedica a conectar geradores de resíduos interessados em descartar materiais recicláveis com catadores locais, e está disponível tanto na Play Store para dispositivos Android quanto na App Store para dispositivos iOS. A avaliação do aplicativo iniciou com o download da loja, e iniciei o processo de cadastro como um usuário interessado em descartar resíduos. Durante o cadastro, foi solicitada uma variedade de informações, desde nome até CPF e endereço completo. Após a conclusão do cadastro, iniciei a busca por catadores no aplicativo. Na primeira tentativa, não foram encontrados resultados, e o mapa disponibilizado também não apresentou informações. Após alguns dias, consegui realizar a busca com sucesso, embora sem êxito em minha cidade, Quixeramobim-CE. No entanto, em uma cidade próxima, Quixadá, havia opções disponíveis.

Durante o uso contínuo, observamos alguns problemas no aplicativo Cataki, destacando-se a dificuldade em fazer login. Ao verificar a loja de aplicativos (Play Store-Android), notamos que outros usuários também enfrentavam o mesmo problema, sem receber respostas sobre a resolução.

Alguns comentários encontrados na *Play Store* são:

- “Infelizmente o app não está mais funcionando. Não deixa eu criar um login.”
- “O aplicativo não funciona nem a opção Facebook e nem Google. Difícil assim!”
- “Boa ideia, realização confusa, aplicativo ineficaz.”

Outra questão foi a inconsistência na exibição de catadores no mapa, sendo necessário alternar para o modo lista para visualizá-los. É relevante mencionar que esses problemas persistiram mesmo ao utilizar o aplicativo em diferentes dispositivos, como Samsung A32, Samsung M12 e Samsung A04e.

Na etapa seguinte, exploramos o processo de cadastro de catadores. O aplicativo oferece a opção de cadastrar um catador conhecido ou permitir que a própria pessoa se cadastre. No entanto, se o cadastro for feito por alguém que não tenha todas as informações do catador,

não é possível concluí-lo, pois são solicitados todos os documentos, nome da mãe e endereço. Além disso, o cadastro não é exibido imediatamente no aplicativo, e não há retorno por e-mail (até a data do cadastro em Agosto/2023). Após mais de um mês, em Outubro/2023, o cadastro foi exibido no aplicativo.

### **5.1.2 Site Rota da Reciclagem**

O site Rota da Reciclagem é acessível em qualquer navegador e tem como foco mostrar informações sobre Comércio, Cooperativas e Pontos de Entrega Voluntária. O site apresenta diversas páginas, incluindo:

- *Home*: Apresenta um mapa para visualizar Comércio, Cooperativas e Pontos de Entrega Voluntária.
- *Coleta Seletiva*: Oferece um resumo sobre como funciona o processo de coleta seletiva.
- *Mundo Reciclagem*: Explora o destino dos materiais após serem enviados para a indústria, transformando-se em novos produtos.
- *Iniciativas que Transformam*: Aborda como as ações individuais podem contribuir para um mundo melhor.

No entanto, o site não disponibiliza uma opção visível para cadastrar novos pontos de coleta ou funcionalidade semelhante. O único link fornecido direciona para a página do Facebook. Após tentativas de contato por meio do Facebook sem sucesso, foi feita uma tentativa por e-mail. O e-mail foi enviado em 25 de Agosto/2023, buscando entender o funcionamento do site e como cadastrar novos pontos de coleta, se existisse algum formulário ou procedimento específico. Após mais de um mês, em 17 de outubro, a resposta foi recebida, informando que eles contam com consultores de campo responsáveis por coletar essas informações.

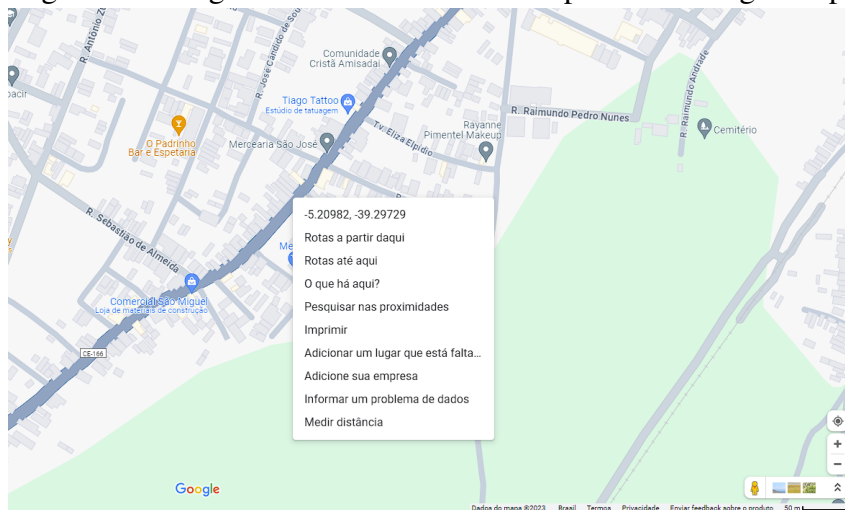
Em resumo, o site Rota da Reciclagem oferece informações valiosas, mas a falta de uma solução direta para o cadastro de novos pontos de coleta e a comunicação menos ágil podem limitar sua eficácia como uma plataforma abrangente para a gestão de resíduos.

### **5.1.3 Google Maps**

O Google Maps é uma ferramenta amplamente utilizada que pode servir como uma alternativa eficaz na busca por pontos de reciclagem. Com sua extensa base de dados e interface intuitiva, o Maps oferece diversas funcionalidades que facilitam a localização de pontos de coleta de materiais recicláveis.

No entanto, ao tentar cadastrar um novo ponto de reciclagem, você pode se deparar com alguns obstáculos. O processo não é tão intuitivo, especialmente se você não estiver tão familiarizado com tecnologia. Para cadastrar um novo ponto, é necessário clicar com o botão direito sobre o local desejado no mapa, selecionar "Adicionar um local que está em falta" e, em seguida, digitar e escolher a categoria "Centro de Reciclagem". O preenchimento das informações adicionais é necessário para completar o cadastro. Na Figura 4 e 5 é possível visualizar o passo a passo mencionado.

Figura 4 – Imagem de como adicionar um ponto no Google Maps



Fonte: Capturado do site <https://www.google.com.br/maps> (2023)

Figura 5 – Campos disponíveis para adicionar um local (a) e Seleção de centro de reciclagem para categoria (b).

**(a) Adicione um lugar**

Detalhes do lugar  
 Forneça algumas informações sobre esse lugar. Se for adicionado ao Maps, esse lugar ficará disponível publicamente.

Nome do lugar (obrigatório)\*

Categoria (obrigatório)\*

Endereço (obrigatório)\*  
 CE-166, 619 - Maravilha, Quixeramobim - CE, 63

Localizado em

Adicionar mais detalhes

Cancelar Enviar

**(b) Categoria**

Pesquise mais categorias

centro de re

Centro de Reciclagem

Centro de reciclagem de garrafas e latas

Centro de recreação

Centro de aprendizagem

Centro de aprendizagem a distância

Centro de empregos

Centro de imagens por ressonância magnética

Centro de tratamento de transtornos alimentares

Centro de treinamento

Centro de treinamento de armas de fogo

Cancelar

Fonte: Capturado do site <https://www.google.com.br/maps> (2023)

É importante destacar que o processo de cadastro, embora possível, pode ser desafiador para usuários menos experientes na manipulação de ferramentas online. A falta de uma categoria específica para catadores também limita a capacidade de cadastrar pontos de coleta gerenciados por esses profissionais.

Em conclusão, o Google Maps é uma alternativa valiosa para encontrar pontos de reciclagem, mas o processo de cadastrar novos locais demanda uma compreensão mais aprofundada das funcionalidades da plataforma.

#### 5.1.4 Comparação das alternativas

Na Tabela 1 apresentamos uma análise comparativa de diversos aplicativos e sites relacionados à gestão de resíduos sólidos. Os aspectos selecionados para comparação foram: interação entre catadores e geradores, funcionalidades de geolocalização, disponibilidade de código-fonte, estado atual do serviço, e funcionalidades para gerenciar avaliações de usuários.

Tabela 1 – Comparação de soluções para integração entre agentes da cadeia de gestão de resíduos sólidos

Critério	Cataki	Rota da Rec.	Google Maps	Silva (2018)	Santos (2021)	Este trabalho
Permite contato entre catador e geradores	●				●	●
Permite visualizar catadores	●				●	●
Permite inserir/atualizar catadores	●					●
Permite gerador encontrar catadores de lixo	●				●	●
Disponibiliza código fonte						●
Serviço disponível	●	●	●			●
Filtros de pesquisa	●	●	●	●	●	●
Capacidade de especificar quantidade (kg)	●			●		
Gamificação					●	
Permite feedback sobre pontos de coleta			●		●	
Permite visualizar os pontos de coleta	●		●		●	●
Permite inserir/atualizar pontos de coleta	●		●			●
Integração com serviço de mapa	●	●	●		●	●

Legenda: ● – Sim, vazio – Não.

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

## 5.2 Pesquisa de levantamento com usuários

Nesta seção, apresentamos os resultados da pesquisa de levantamento realizada junto a dois grupos: catadores e geradores de resíduos. A coleta de informações focou em experiências, práticas e percepções desses usuários em relação ao suporte tecnológico para coleta de resíduos existentes no mercado.

### 5.2.1 Perfil catadores

O objetivo da pesquisa com catadores foi compreender as experiências e necessidades específicas desse grupo na gestão de resíduos. Para isso, foram elaboradas perguntas direcionadas para elucidar as interações dos catadores com a comunidade, o uso de tecnologias e possíveis melhorias que poderiam facilitar suas atividades.

Foi aplicado um questionário estruturado com quatro perguntas aos catadores, buscando obter informações sobre suas experiências, uso de plataformas online, opiniões sobre métodos online e sugestões para facilitar uma maior procura por seus serviços.

A amostra consistiu em três catadores, todos com idades entre 30 e 40 anos. Essa seleção proporcionou uma variedade de perspectivas dentro desse grupo específico.

As respostas dos catadores estão descritas no Apêndice C. A seguir, destacamos os principais resultados agrupados em categorias:

#### – Experiências com a Comunidade:

- Um catador relatou experiências positivas, com estabelecimentos comerciais entregando materiais para reciclagem.
- Foi destacada a falta de consciência da comunidade sobre a reciclabilidade de materiais, afetando a procura por serviços de coleta.
- **Uso de Plataformas Online:**
  - Dois dos catadores afirmaram não utilizar plataformas online específicas para informar locais de coleta ou serem contatados, citando a falta de disponibilidade dessas plataformas.
- **Opiniões sobre Métodos Online:**
  - Não foram fornecidos pontos positivos ou negativos sobre métodos online, indicando uma falta de experiência significativa nessa área.
- **Facilitadores para Maior Procura:**
  - Destacou-se a necessidade de estrutura para a coleta, como sacos ou sacolas, além de materiais de divulgação para promover seus serviços.

### 5.2.2 *Perfil geradores*

O objetivo da pesquisa de levantamento com usuários foi obter uma compreensão das práticas, percepções e necessidades relacionadas à gestão de resíduos. Especificamente, buscou-se identificar padrões de comportamento dos geradores, avaliar a conscientização ambiental e explorar a receptividade às tecnologias na otimização desse processo.

Para alcançar esses objetivos, foi desenvolvido um questionário estruturado que abordava diferentes aspectos da interação dos usuários com a gestão de resíduos. O questionário incluiu perguntas sobre a busca por serviços online, a utilização de tecnologias, a percepção da profissão de catadores e as práticas de gestão de resíduos, especialmente no contexto empresarial.

A amostra, composta por 11 entrevistados, ofereceu uma visão abrangente das práticas, percepções e necessidades relacionadas à gestão de resíduos. Os participantes, provenientes de diferentes regiões do Ceará, como Quixeramobim, Quixadá e Fortaleza, abrangeram tanto geradores domésticos, que foram 9, quanto empresariais, foram 2. Essa diversidade geográfica contribuiu para uma análise mais completa das dinâmicas associadas à gestão de resíduos na região, permitindo a identificação de semelhanças e diferenças entre os grupos domésticos e empresariais.

As respostas dos geradores estão descritas no Apêndice D. A seguir, destacamos os



principais resultados agrupados em categorias:

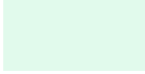
- **Busca online por serviços:** A maioria dos entrevistados não busca pontos de entrega ou catadores online, indicando uma possível lacuna de visibilidade ou informação sobre esses recursos.
- **Suporte tecnológico:** Há uma expectativa recorrente de que aplicativos ou sites poderiam facilitar a coleta, evidenciando uma oportunidade para soluções tecnológicas que atendam às necessidades dos usuários.
- **Valorização da profissão de catadores:** A falta de valorização da profissão de catadores e a baixa conscientização sobre reciclagem emergem como pontos cruciais, sugerindo a importância de ações que promovam esses aspectos.
- **Gestão empresarial de resíduos:** Notavelmente, os geradores empresariais relataram uma organização mais ampla na gestão de resíduos, em comparação com os domésticos. Algumas empresas implementam políticas internas rigorosas e estabelecem parcerias com outras empresas especializadas na coleta e disposição adequada dos resíduos, abrangendo todas as categorias. Este achado ressalta a importância do setor empresarial em adotar práticas sustentáveis e contribuir para uma gestão de resíduos mais eficiente.

Considerando os objetivos da pesquisa de levantamento com usuários e os resultados obtidos, identificamos áreas-chave que impactaram diretamente o desenvolvimento da nossa solução. A constatação de que a maioria dos entrevistados não busca serviços online sugere uma oportunidade clara para melhorar a visibilidade e acessibilidade desses recursos no site. A expectativa recorrente de suporte tecnológico indica uma demanda por funcionalidades online que facilitem a coleta de resíduos, destacando a importância de considerar esses aspectos no design e na implementação do site.

### 5.3 Design

Para garantir uma identificação intuitiva e coerente com o tema da reciclagem, optamos por utilizar cores relacionadas a esse contexto no design da solução. Essa escolha visa facilitar a identificação dos elementos relacionados à coleta seletiva, proporcionando uma experiência visual mais intuitiva para os usuários.

Figura 6 – Paleta de cores selecionadas para o projeto

						
<b>Greenpeace</b> #34CB79 rgb(52, 203, 121) hsl(147, 59, 50)	<b>Desaturado</b> #E1FAEC rgb(225, 250, 236) hsl(146, 71, 93)	<b>Titulos</b> #322153 rgb(50, 33, 83) hsl(260, 43, 23)	<b>Textos</b> #6C6C80 rgb(108, 108, 128) hsl(240, 8, 46)	<b>Texto Suporte</b> #A0A0B2 rgb(160, 160, 178) hsl(240, 10, 66)	<b>Blocos</b> #FFFFFF rgb(255, 255, 255) hsl(0, 0, 100)	<b>Background</b> #F0F0F5 rgb(240, 240, 245) hsl(240, 20, 95)

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 7 – Página inicial feita no Figma



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

### 5.3.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais foram elaborados baseados na análise de alternativas, com foco em combinar recursos de soluções distintas.

**RF1: Buscar Catadores e Empresas de Coleta:** Os usuários devem ter a capacidade de realizar buscas por catadores e empresas de coleta, facilitando o processo de localização desses serviços.

**RF2: Empresas Cadastradas no Maps:** Integrar informações já cadastradas no Google Maps com o sistema desenvolvido, oferecendo aos usuários uma visão maior dos pontos de coleta existentes, além de não depender exclusivamente do cadastro direto de usuários no site. Essa integração visa aproveitar dados já disponíveis no Google Maps, proporcionando uma base sólida de informações sobre pontos de coleta.

**RF3: Cadastro de Catadores e Empresas de Coleta:** Possibilitar o cadastro de novos catadores e empresas de coleta no sistema, permitindo a expansão contínua da base de dados.

**RF4: Contato por Email e WhatsApp:** Oferecer meios de contato direto entre usuários e catadores/empresas, utilizando email e WhatsApp para facilitar a comunicação.

**RF5: Alteração de Informações:** Permitir que usuários realizem alterações em suas informações pessoais e detalhes sobre pontos de coleta, garantindo a atualização constante dos dados.

### 5.3.2 *Requisitos não-funcionais*

Os requisitos não-funcionais foram elaborados considerando a possibilidade de facilitar adaptações e modificações na aplicação por parte da comunidade, especialmente no contexto de forks. Além disso, a escolha de uma linguagem de programação com uma comunidade sólida foi feita visando proporcionar uma base estável e de fácil compreensão para possíveis ajustes.

**RNF1: Interface intuitiva:** A interface do sistema deve ser intuitiva, garantindo uma experiência de usuário amigável e de fácil compreensão.

**RNF2: Código Aberto:** O sistema será baseado em código aberto para promover a transparência, permitir contribuições da comunidade e facilitar o acesso à sua estrutura.

**RNF3: Baixo Custo de Operação:** Optamos por tecnologias que oferecem planos gratuitos, reduzindo os custos operacionais. Isso permite uma fácil adoção da solução, tornando-a acessível.

**RNF3.1:** O front-end foi desenvolvido utilizando a biblioteca React, uma escolha difundida na comunidade de desenvolvimento web. A estrutura do front-end segue práticas comuns da comunidade, proporcionando flexibilidade e compreensão intuitiva.

**RNF3.2:** Para o back-end, optamos por tecnologias conhecidas, incluindo Node.js, Prisma e PostgreSQL. Essa escolha visa proporcionar uma experiência de modificação e adaptação mais intuitiva para outros desenvolvedores, incentivando a participação e contribuição à comunidade.

Na definição do design de interface para nossa solução, escolhemos o Figma <sup>1</sup>, uma plataforma versátil conhecida por seus recursos colaborativos e acessibilidade em qualquer plataforma. A decisão de adotar o Figma foi guiada não apenas pela familiaridade prévia com a ferramenta, mas também pela facilidade de download e pela capacidade de utilização direta na web, garantindo flexibilidade e acessibilidade ao longo de todo o processo de design.

<sup>1</sup> Figma. Disponível em: <https://www.figma.com>. Acesso em: 18 nov. 2023.

### 5.3.3 Arquitetura

A arquitetura e tecnologias escolhidas desempenham um papel crucial no desenvolvimento e implantação de uma solução web. Cada tecnologia foi selecionada com base em sua capacidade de atender aos requisitos do projeto.

A arquitetura da nossa solução web será baseada no modelo assíncrono conhecido como Ajax <sup>2</sup>. Esse estilo arquitetural sugere a separação da aplicação em dois componentes, Front-end e Back-end, que se comunicam através de uma HTTP API <sup>3</sup>. Esse é um estilo arquitetural consolidado para o qual há uma diversidade de tecnologias disponíveis no mercado.

Nas seções 5.3.3.1 e 5.3.3.2 a seguir, discutimos as tecnologias selecionadas para cada componente.

#### 5.3.3.1 Front-end

- **React:** React <sup>4</sup> é uma biblioteca JavaScript de código aberto utilizada para construir interfaces de usuário interativas e reativas. React foi escolhido para a construção da interface do usuário devido à sua popularidade e flexibilidade no desenvolvimento de interfaces interativas. Sua capacidade de criar componentes reutilizáveis facilita a manutenção e escalabilidade do sistema.
- **Vite:** Vite <sup>5</sup> é uma build tool para projetos JavaScript e TypeScript. Optamos por sua utilização no frontend para melhorar o processo de desenvolvimento e construção da aplicação. Segundo Françoise *et al.* (2021), o Vite é um boilerplate com configurações pré-estabelecidas para a construção de projetos React. Funciona como um conjunto de códigos que devem ser incluídos em muitos lugares com pouca ou nenhuma alteração, oferecendo uma série de funcionalidades prontas para uso.
- **TypeScript:** TypeScript <sup>6</sup> é uma linguagem de programação de código aberto que se baseia em JavaScript. Sua principal vantagem é adicionar tipagem estática ao JavaScript, proporcionando um desenvolvimento mais robusto com detecção de erros mais eficiente.

Além das tecnologias principais, adotamos as seguintes bibliotecas para facilitar o desenvolvimento do Front-end:

<sup>2</sup> Ajax programming. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ajax\\_\(programming\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming)). Acesso em: 26 nov. 2023

<sup>3</sup> Wikipedia. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_API](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_API). Acesso em: 26 nov. 2023

<sup>4</sup> React. Disponível em: <https://react.dev/reference/react>. Acesso em: 18 nov. 2023.

<sup>5</sup> Vite. Disponível em: <https://vitejs.dev/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

<sup>6</sup> Typescript. Disponível em: <https://www.typescriptlang.org/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

- **Axios:**<sup>7</sup> Utilizado para realizar requisições HTTP, facilitando a comunicação com o back-end.
- **Js-cookie:**<sup>8</sup> Implementado para manipulação de cookies no navegador, importante para questões de autenticação e controle de sessão.
- **Jwt-decode:**<sup>9</sup> Essencial para decodificar tokens JWT, auxiliando na obtenção de informações do usuário.
- **React-icons:**<sup>10</sup> Uma biblioteca que fornece uma variedade de ícones para serem utilizados na interface do usuário.
- **React-spinners:**<sup>11</sup> Implementado para exibir indicadores de carregamento, melhorando a experiência do usuário durante operações assíncronas.
- **React-toastify:**<sup>12</sup> Utilizado para exibir notificações na interface, informando o usuário sobre ações realizadas.
- **Yup:**<sup>13</sup> Uma biblioteca para validação de formulários, garantindo a consistência dos dados inseridos.

### 5.3.3.2 *Back-end*

Neste componente, foram utilizados Node.js, Prisma e PostgreSQL, aproveitando o Docker para containerizar o PostgreSQL.

- **Node.js:** Node.js é um ambiente de execução JavaScript no lado do servidor, oferecendo uma base sólida para o desenvolvimento eficiente e escalável.
- **Prisma:** Prisma<sup>14</sup> é uma biblioteca de código aberto projetada para interação com bancos de dados. Sua vantagem é na simplificação da manipulação de dados de forma segura e eficiente, especialmente relevante para projetos desenvolvidos na linguagem TypeScript. O fato de ser uma biblioteca de código aberto também ressalta a transparência e a possibilidade de contribuição da comunidade.
- **PostgreSQL:** PostgreSQL<sup>15</sup> é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional, escolhido pela sua confiabilidade e integridade de dados; além disso, possui código aberto.

<sup>7</sup> Axios. Disponível em: <https://axios-http.com/ptbr/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>8</sup> Js-cookie. Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/js-cookie>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>9</sup> Jwt-decode. Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/jwt-decode>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>10</sup> React-icons. Disponível em: <https://react-icons.github.io/react-icons/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>11</sup> React-spinners. Disponível em: <https://www.davidhu.io/react-spinners/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>12</sup> React-toastify. Disponível em: <https://fkhadra.github.io/react-toastify/introduction>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>13</sup> Yup. Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/yup>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>14</sup> Prisma. Disponível em: <https://www.prisma.io/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

<sup>15</sup> Postgresql. Disponível em: <https://www.postgresql.org/> Acesso em: 18 nov. 2023.

- **API do Google:** O serviço de mapas escolhido foi o Google Maps, sendo a integração através da API do Google Maps. Esse serviço proporciona uma maior visualização de pontos de coleta e permite reuso de dados já existentes, o que melhora a experiência do usuário.

Além das tecnologias principais, adotamos as seguintes bibliotecas para facilitar o desenvolvimento do Back-end:

- **Bcryptjs:**<sup>16</sup> Utilizado para a hash e comparação segura de senhas. Essencial para garantir a segurança das informações sensíveis armazenadas no sistema.
- **Cors:**<sup>17</sup> Gerencia a política de same-origin, permitindo ou bloqueando requisições entre diferentes origens. É fundamental para lidar com questões de segurança em requisições HTTP.
- **Express:**<sup>18</sup> Framework web para Node.js que simplifica a construção de aplicativos, facilitando a criação de rotas, middlewares e manipulação de requisições HTTP.
- **Express-async-errors:**<sup>19</sup> Lidando com erros assíncronos no Express, essa biblioteca simplifica a gestão de exceções em operações assíncronas.
- **Jsonwebtoken:**<sup>20</sup> Utilizado para gerar e verificar tokens JWT (JSON Web Tokens), uma abordagem comum para autenticação e autorização em aplicativos web.
- **Multer:**<sup>21</sup> Middleware para manipulação de dados de formulário em requisições, especialmente utilizado para upload de arquivos, como imagens.

## 5.4 Implementação

Nesta seção, relatamos a implementação do Green Recycle que está atualmente disponível para demonstração em <https://tcc-coleta.vercel.app/>. O código fonte está disponível em <https://github.com/kasilianaoliveira/tcc-coleta>. No front-end optamos por escolher React, pois esse framework oferece uma maneira robusta e eficaz de construir interfaces interativas. No lado do back-end, optamos por Node.js que proporciona um ambiente ágil para gerenciar operações e lógica. Combinando essas tecnologias, buscamos garantir uma experiência de

<sup>16</sup> Bcryptjs. Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/bcryptjs>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>17</sup> Cors. Disponível em: <https://expressjs.com/pt-br/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>18</sup> Express. Disponível em: <https://expressjs.com/pt-br/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>19</sup> Express-async-errors. Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/express-async-errors>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>20</sup> Jsonwebtoken. Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/jsonwebtoken>. Acesso em: 01 dez. 2023.

<sup>21</sup> Multer. Disponível em: <https://www.npmjs.com/package/multer>. Acesso em: 01 dez. 2023.

usuário suave e responsiva, estabelecendo uma base sólida para implementar as funcionalidades essenciais da aplicação.

A etapa de desenvolvimento iniciou após a etapa de design. Após a construção de algumas páginas e rotas de navegação no front-end, deu-se início ao projeto back-end.

Desafios iniciais incluíram a estruturação dos relacionamentos entre pontos, bairros e itens, resolvidos após uma análise da documentação do Prisma. A implementação do upload de imagens também foi desafiadora e exigiu pesquisa para garantir a abordagem correta. A integração com a API do Google para buscar centros de reciclagem foi relativamente simples (Código-fonte 1).

### Código-fonte 1 – Incorporação do Google Maps no Front-end

```

1     const { isLoaded } = useJsApiLoader({
2       id: 'google-map-script',
3       googleMapsApiKey: constants.apiKey
4     })
5
6 <GoogleMap
7   mapContainerStyle={{
8     height: "31.25rem",
9     width: "800px",
10    borderRadius: "10px"
11  }}
12
13  center={mapCenter}
14  zoom={14}
15  >
16
17  {points && points.map((point) => (
18    point.neighborhoods.map((neighborhood) => (
19      <Marker
20        key={` ${point.id}-${neighborhood.id}- ${point.userId}`}
21        position={{ lat: neighborhood.latitude, lng: neighborhood.longitude }}
22        onClick={() => handleMarkerClickPoint(point, neighborhood)}
23      />
24    ))
25  ))}
26
27
28  {!isPointService && recyclingPoints.map((item) => (
29    <Marker
30      key={item.place_id}
31      position={{ lat: item.geometry.location.lat, lng: item.geometry.location.lng }}
32      title={item.name}
33      onClick={() => handleMarkerClick(item)}

```

```
34     />  
35     ))}  
36  
37 </GoogleMap>
```

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Ao retornar para o front-end após a conclusão do back-end e testar os endpoints, o desafio central foi exibir todos os pontos de coleta e catadores no mapa, permitindo informações específicas de cada clique.

Após implementarmos o design proposto, hospedamos a aplicação no Render para o back-end e na Vercel para o front-end, escolhidos devido aos seus planos gratuitos, garantindo acessibilidade e viabilidade para a solução de coleta seletiva. No deploy do frontend, enfrentamos uma dificuldade comum em SPAs (Single Page Applications), que são aplicações que carregam apenas um único documento web. Para superar o desafio do Erro 404 na Vercel, foi necessário criar um arquivo “vercel.json” no projeto frontend, assegurando o tratamento adequado de páginas não encontradas.

#### ***5.4.1 Interfaces do sistema e as suas funções***

Nesta subseção, exibiremos as páginas desenvolvidas para o sistema, proporcionando uma visão prática das diferentes telas e suas funções específicas. A seguir, apresentamos exemplos concretos das páginas que compõem o projeto, acompanhados de breves descrições de suas funcionalidades individuais.

##### ***5.4.1.1 Tela inicial***

A página inicial do sistema, figura 8, é o primeiro ponto de contato para os usuários. Nessa tela, apresentamos uma frase para mostrar a proposta do projeto. Além disso, incluímos links de navegação para direcionar os usuários para outras seções do site, como a parte de buscar por uma empresa de coleta/catador, cadastro de usuário e login.



Figura 8 – Página inicial do sistema

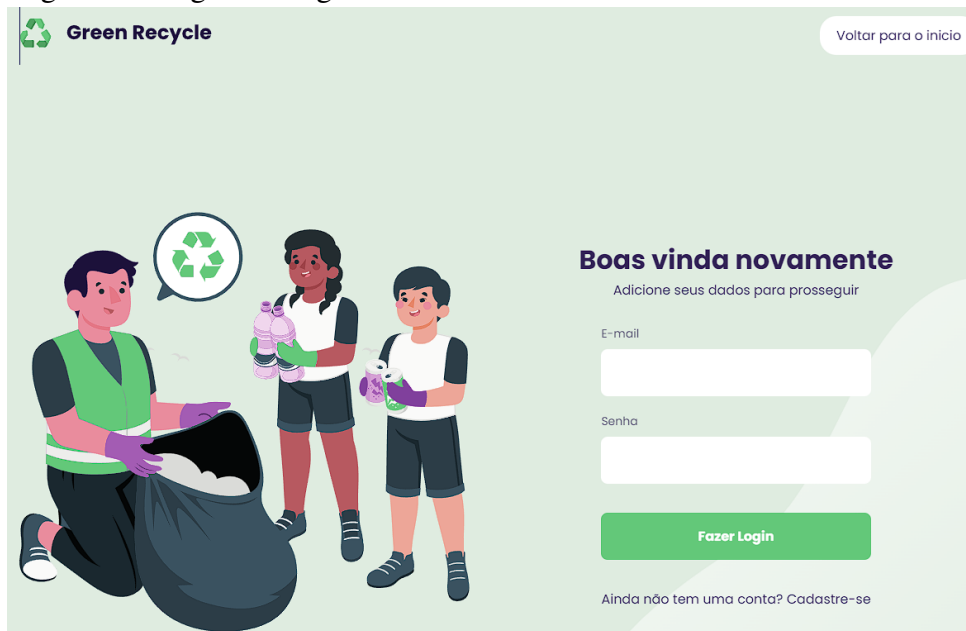


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

#### 5.4.1.2 Tela de autenticação

A Tela de Login, figura 9, é a porta de entrada para os usuários acessarem o sistema. Neste espaço seguro, os usuários podem inserir suas credenciais para autenticação. A figura 9 ilustra a interface da Página de Login.

Figura 9 – Página de login do sistema

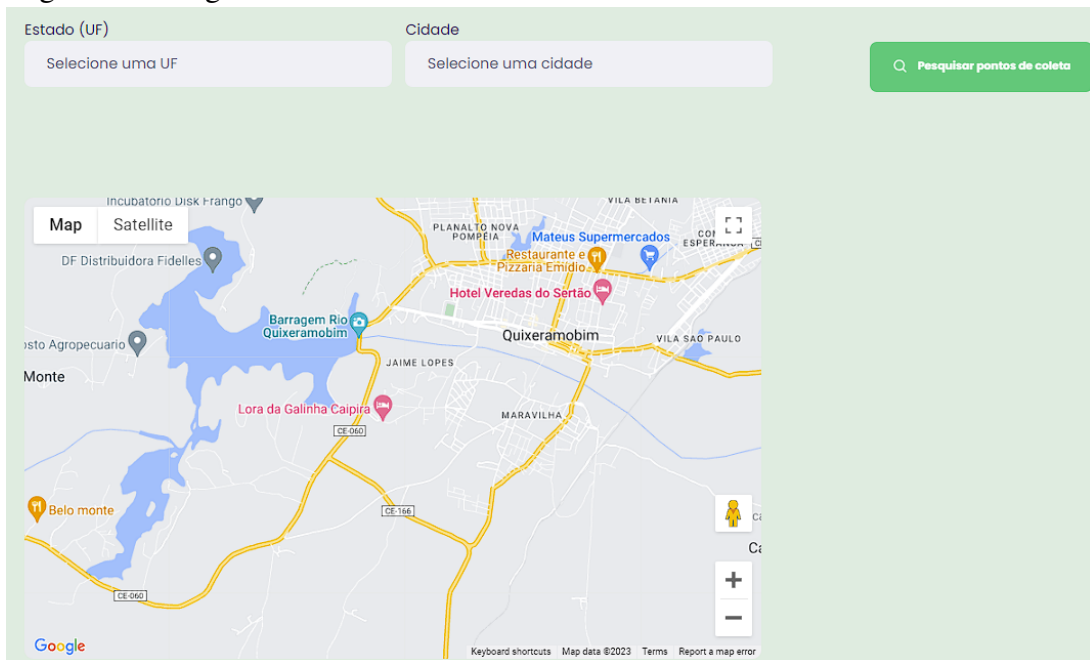


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

### 5.4.1.3 Tela de busca por catador/empresas de coleta

Na Tela de busca, figuras 10, 11 e 12, os usuários têm a capacidade de procurar pontos de coleta e catadores em sua cidade. Ao realizar uma busca, o sistema apresenta catadores e empresas de coleta previamente cadastrados, bem como empresas de centro de reciclagem já listadas no Google Maps.

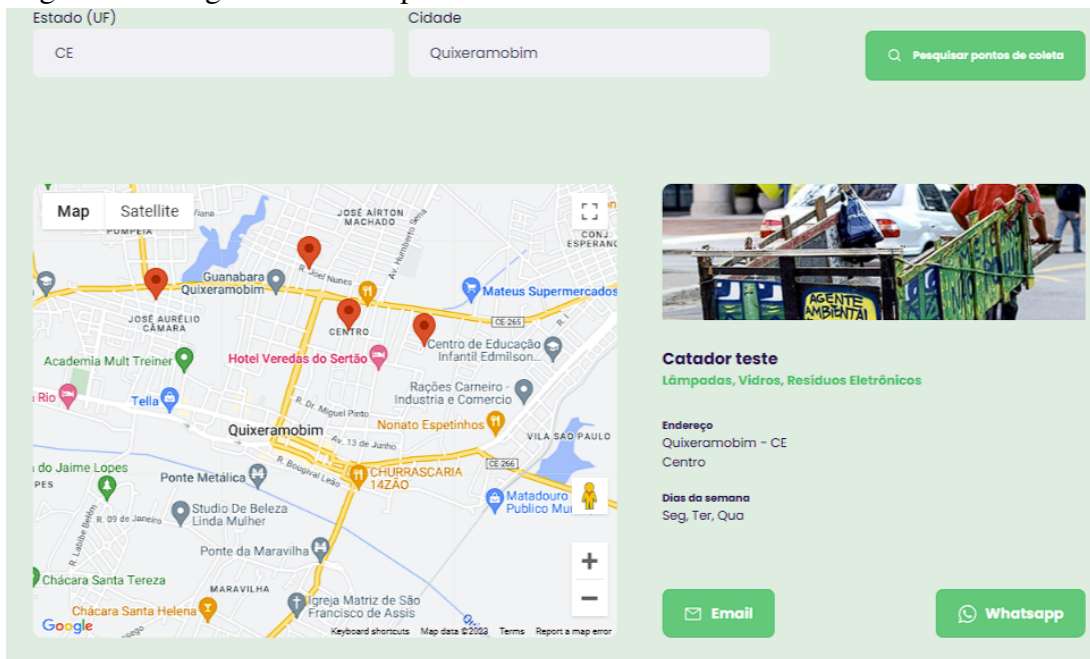
Figura 10 – Página de busca antes de selecionar Estado e Cidade



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

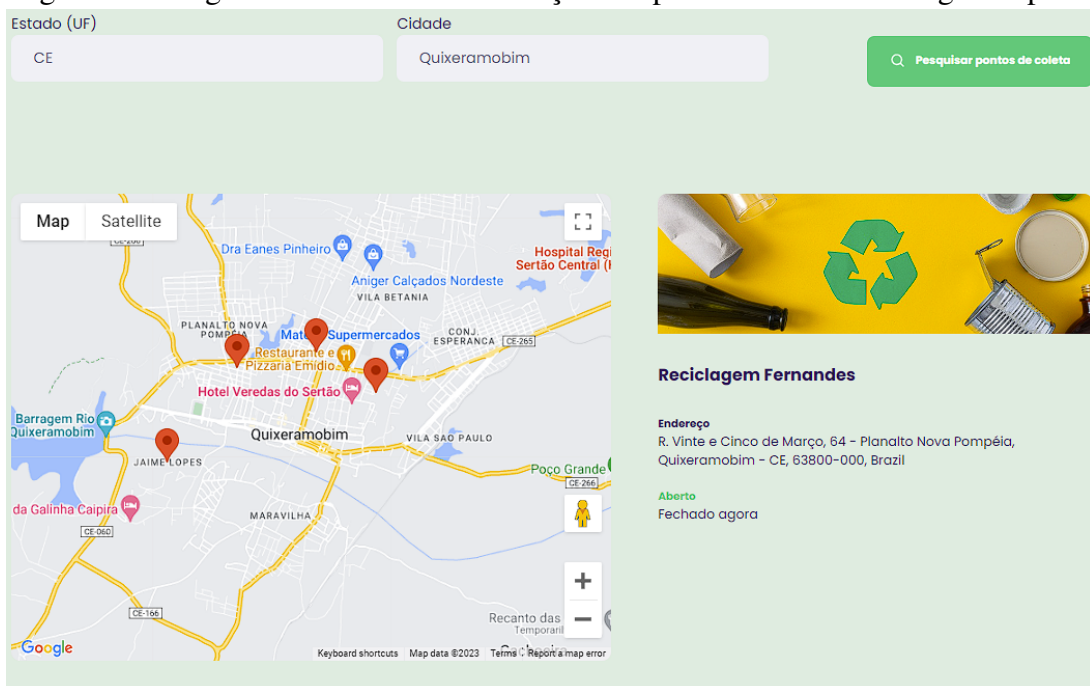
Este componente está atrelado aos requisitos funcionais RF1, RF2 e RF4.

Figura 11 – Página de busca após selecionar Estado e Cidade



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 12 – Página de busca com informações de pontos da API do Google Maps



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

#### 5.4.1.4 Tela de cadastro de usuário

Na tela de Cadastro de usuário, figura 13, os usuários têm a oportunidade de inserir suas informações básicas. Além disso, podem escolher o tipo de usuário que desejam ser, selecionando entre as opções de catador ou empresa de coleta.

Este componente está atrelado ao requisito funcional RF3 - Cadastro de Catadores e

Figura 13 – Página de cadastro do usuário

**Olá, iniciaremos seu cadastro**

Vamos precisar de algumas informações pessoais para prosseguir com o cadastro!

**Dados**

Nome\*

Digite seu nome

E-mail\*

example@example.com

Selecione o tipo de usuário\*

Catador  Empresa de Coleta

Senha\* Digite sua senha novamente\*

Digite sua senha Digite novamente

**Cadastrar**

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Empresas de Coleta.

#### 5.4.1.5 Tela de informações do usuário

Na tela de Meu Perfil, figura 14, os usuários podem modificar informações pessoais, como o endereço de e-mail e nome associado à sua conta.

Figura 14 – Página de informações do usuário

A imagem mostra a interface de usuário para a página de informações pessoais. No topo, há um ícone de perfil e o texto 'Meu perfil' com um botão verde 'Editar minhas informações'. Abaixo, há campos de texto para 'Nome' (Rodrigo Oliveira) e 'Email' (rodrigooliveira@gmail.com), seguidos por um botão verde 'Salvar'. Na base, há um botão vermelho 'Sair' no menu lateral e um botão branco 'Excluir conta' no rodapé da seção principal.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Este componente está atrelado ao requisito funcional RF5 - Alteração de informações.

#### 5.4.1.6 Tela de cadastro de um catador/ponto de coleta

A tela de cadastro de catador/ponto de coleta é dividida em 3 etapas, figuras 15, 16 e 17, na primeira são solicitadas as informações mais básicas, essenciais para a identificação do catador ou ponto de coleta. A segunda etapa destina-se à coleta de informações de endereço, permitindo uma localização precisa no sistema. A terceira e última etapa é reservada aos itens que o usuário coleta. Aqui, é possível selecionar os materiais recolhidos, nessa etapa tem diversas imagens para conseguir associar a imagem ao(s) item(s) selecionado(s).

Este componente está atrelado ao requisito funcional RF3 - Cadastro de Catadores e Empresas de Coleta.

Figura 15 – Página 1 de cadastro de catador

Página 1 de 3

## Cadastro do ponto de coleta

Agora vamos precisar de algumas informações do seu ponto para prosseguir com o cadastro!

Adicione uma imagem sua para que as pessoas possam lhe identificar

### Dados

Nome da entidade\*

E-mail

Whatsapp\*

**Próxima**

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 16 – Página 2 de cadastro de catador

Página 2 de 3

## Endereço

Selecione o endereço no mapa

Estado

AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MG	MS	MT
PA	PB	PE	PI	PR	RJ	RN	RO	RR	RS	SC	SE	SP
TO												

Cidade

Selecione uma cidade

## Bairro(s) de coleta

Selecione um ou mais bairros de coleta

Bairro

Nome do Bairro

Dias da semana

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Adicionar bairro**

### Lista de bairros

É necessário escolher seu Estado e Cidade para adicionar o bairro

**Voltar**


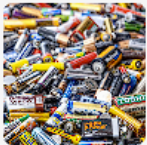
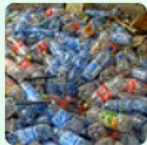

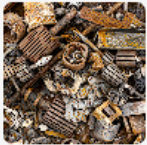




Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 17 – Página 3 de cadastro de catador

Página 3 de 3

### Itens de coleta

Selecione um ou mais itens abaixo

 Lâmpadas	 Pilhas e Baterias	 Plástico
 Vidros	 Metais	 Papéis e Papelão
 Resíduos Eletrônicos	 Resíduos Orgânicos	 Óleo de Cozinha

[Voltar](#)

[Finalizar cadastro do ponto de coleta](#)

Fonte: Elaborado pela autora (2023)



#### 5.4.1.7 Tela de informações da empresa de coleta ou catador

Na tela de Editar Ponto de Coleta, figura 18, os usuários têm a capacidade de modificar várias informações, incluindo o endereço de e-mail, nome, imagem, estado e cidade associados à empresa de coleta ou catador.

Figura 18 – Página de informações da empresa de coleta ou catador

A imagem mostra a interface de usuário para a edição de informações de um ponto de coleta. O formulário principal contém os seguintes campos:

- Nome:** Catador teste
- Email:** catadorteste@gmail.com
- Whatsapp:** (12) 2314-2433
- Estado (uf):** CE
- Cidade:** Quixeramobim

Abaixo do formulário, há um botão verde "Salvar" e um botão vermelho "Deletar ponto". No canto inferior esquerdo, há um botão "Sair".

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Este componente está atrelado ao requisito funcional RF5 - Alteração de Informações.

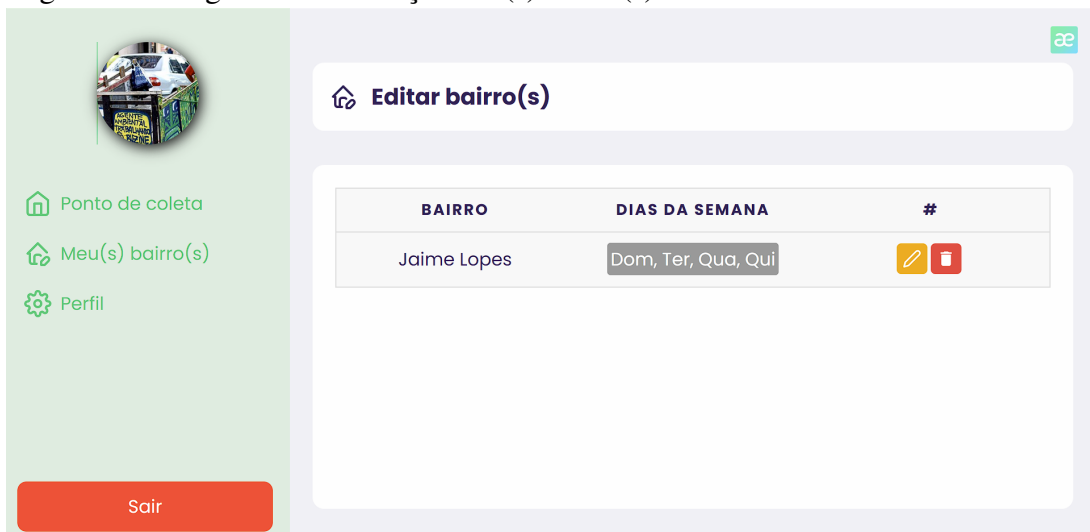
#### 5.4.1.8 Tela de informações do(s) bairro(s)

Na tela de Editar Bairros, figuras 19 e 20, os usuários têm acesso a uma tabela contendo uma lista de todos os bairros associados ao catador ou empresa de coleta. Nessa tela, é possível editar ou excluir bairros conforme necessário.

Para empresas de coleta, há um campo adicional de "Rua" disponível, fornecendo uma localização mais precisa para aqueles que estão procurando os serviços. No entanto, para catadores, a decisão foi preservar a privacidade e não incluir o campo "Rua", mantendo apenas a lista de bairros pelos quais o catador passa coletando.

Este componente está atrelado ao requisito funcional RF5 - Alteração de Informações.

Figura 19 – Página de informações do(s) bairro(s)



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 20 – Modal de edição do(s) bairro(s)

✕ Voltar

### Detalhes de localização

Bairro

Centro

Dias da semana

Dom
Seg
Ter
Qua
Qui
Sex
Sáb

Salvar

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

## 5.5 Avaliação

Nesta seção, apresentaremos os resultados da avaliação do sistema Green Recycle, utilizando cenários ilustrativos para destacar as funcionalidades oferecidas aos usuários. Além disso, exploraremos um cenário exemplificativo da implantação, oferecendo orientações práticas para que outros desenvolvedores ou empresas possam integrar e implementar o sistema de

maneira eficiente em suas próprias plataformas. Cada cenário será acompanhado por um vídeo explicativo que destaca as funcionalidades específicas do sistema em situações práticas. Acreditamos que essa abordagem fornecerá uma compreensão mais aprofundada do funcionamento do Green Recycle e suas aplicações.

### **5.5.1 Cenários ilustrativos das funcionalidades**

#### **5.5.1.1 Cenário: Cadastro inicial de catador**

Contexto: Um catador autônomo de resíduos está interessado em explorar novas oportunidades para expandir seus serviços. Após tomar conhecimento de uma plataforma online que conecta catadores a possíveis geradores de resíduos, ele decide realizar seu cadastro para aproveitar essa oportunidade. Além disso, um catador autônomo de resíduos já registrado na plataforma deseja fazer modificações em suas informações pessoais e nos dados relacionados ao seu ponto de coleta.

Link para acessar o cenário:

<https://drive.google.com/file/d/1iJ2PcLU3EZJP5p-eC8VRWE3FQzazWmb4/view?usp=sharing>

#### **5.5.1.2 Cenário: Usuário visualiza informações integradas no Green Recycle**

Um gerador de resíduos que, até então, dependia do Google Maps para localizar pontos de coleta, recentemente tomou conhecimento da plataforma Green Recycle. Intrigado pela proposta de ir além da simples localização de pontos de coleta, o gerador de resíduos decidiu experimentar a nova plataforma. A motivação para essa transição é impulsionada pela perspectiva de encontrar não apenas dados geográficos, mas também informações detalhadas sobre catadores e empresas de coleta que estão diretamente integradas ao sistema.

Link para acessar o cenário:

<https://drive.google.com/file/d/1BPmgS9C9o1Na0CzqG0UmfHDkXYOuxpS0/view?usp=sharing>

### **5.5.2 Cenário ilustrativo da implantação**

Contexto: Desenvolvedores ou empresas interessados em adotar a plataforma Green Recycle para a gestão de resíduos decidem realizar a implantação do sistema em uma nova plata-

forma. Além disso, têm a intenção de adicionar novas funcionalidades e realizar modificações no design para personalizar a experiência do usuário.

Link para acessar o cenário:

<https://drive.google.com/file/d/1Gp16BpCeCvixWZAFZkBOWUkoRwOajHyh/view?usp=sharing>

## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com o propósito de impulsionar a sustentabilidade e simplificar a integração entre empresas de reciclagem, autônomos, geradores de lixo e centros de reciclagem cadastrados no Google Maps, este trabalho concentrou-se no desenvolvimento de uma aplicação que combinasse funcionalidades. A plataforma, alinhada com as práticas sustentáveis, busca facilitar a coleta de resíduos, conectando catadores, empresas de coleta e indivíduos comprometidos com o descarte consciente. Inicialmente, exploramos as limitações das soluções existentes, conduzimos pesquisas com catadores e geradores de resíduos e desenvolvemos uma aplicação web de código aberto que aborda essas limitações.

Este trabalho realizou análise de alternativas existentes para identificar recursos comuns em soluções do mercado. Foi identificado que haviam características interessantes em soluções separadas, e nossa proposta combinou as funcionalidades de cadastrar catadores, empresas de coleta e, além disso, buscar os centros de reciclagem já cadastrados no Google Maps. Realizamos uma pesquisa de levantamento com 11 geradores e 3 catadores de lixo a fim de entender os desafios no uso de soluções de coleta de lixo baseadas na internet.

A pesquisa de levantamento com usuários revelou que os catadores destacaram experiências positivas, como estabelecimentos comerciais contribuindo para a reciclagem, enquanto, ao mesmo tempo, ressaltaram a falta de conscientização da comunidade sobre a reciclabilidade de materiais. Dois dos catadores indicaram não utilizar plataformas online, mencionando a falta de disponibilidade dessas ferramentas. No perfil dos geradores, a constatação de que a maioria não busca pontos de entrega ou catadores online sugere uma lacuna de visibilidade, ou informação sobre esses recursos. A expectativa comum de que aplicativos ou sites poderiam facilitar a coleta aponta para uma oportunidade significativa na incorporação de funcionalidades online que atendam às necessidades dos usuários.

Uma solução web foi projetada e implementada utilizando React no front-end e Node.js no back-end, com foco em integrar em uma mesma plataforma catadores, empresas de coleta e centros de reciclagem cadastrados no Google Maps. Para avaliar as funcionalidades disponíveis, elaboramos cenários de uso e de implantação que foram ilustrados através de demonstrações em vídeo. Essas demonstrações confirmam que os requisitos foram implementados, servindo com avaliação preliminar da ferramenta.

## 6.1 Limitações

Nesta seção, apresentamos algumas limitações que merecem atenção no contexto da aplicação desenvolvida.

- **Tempo de disponibilidade da API do Google:** A limitação de tempo de disponibilidade da API do Google, que se estende apenas por 3 meses, pode impactar diretamente as funcionalidades dependentes dessa API.
- **Limitações do back-end no render:** As limitações no Render incluem um tempo máximo de 3 meses de disponibilidade do back-end, e a característica de "dormência" após alguns minutos de inatividade, exigindo um período de espera de aproximadamente 2 minutos para reativação.
- **Limitação do banco de dados gratuito:** O banco de dados, devido ao plano gratuito, está sujeito a uma limitação de 1 GB por mês. Essa restrição pode se tornar significativa com o crescimento do volume de dados ao longo do tempo.

## 6.2 Trabalhos Futuros

Ao avaliar a aplicação, identificamos áreas que podem ser otimizadas para aprimorar seu desempenho. Abaixo, apresentamos sugestões de trabalhos futuros com foco em melhorias para a aplicação:

- **Expansão dinâmica de bairros:** Propõe-se a adição da funcionalidade de adicionar novos bairros diretamente na página correspondente. Atualmente, apenas as opções de edição e exclusão estão disponíveis. Essa expansão proporcionará maior flexibilidade na gestão e atualização da base de dados de bairros.
- **Página de edição de itens:** Uma área de melhoria potencial é a implementação de uma página dedicada à edição de itens. Isso permitirá que os usuários ajustem informações sobre materiais específicos de forma mais direta e eficiente.
- **Testes práticos com usuários reais:** Sugere-se a realização de testes práticos envolvendo catadores, empresas de coleta e geradores de resíduos. Essa etapa é crucial para avaliar a eficácia da aplicação em cenários do mundo real, identificar possíveis pontos de otimização e garantir uma experiência de usuário mais robusta e adaptada às necessidades reais.
- **Página informativa sobre reciclagem de materiais:** Propõe-se a adição de uma página informativa dedicada às práticas de reciclagem de materiais comumente encontrados. Essa

adição educativa pode fornecer informações úteis sobre como reciclar diferentes materiais, contribuindo para a conscientização e incentivando práticas mais sustentáveis.

- **Avaliar como a solução se adequa para lidar com a variedade de tipos de resíduos:** Sugere-se a realização de estudos para avaliar a adaptabilidade da plataforma a diversos tipos de resíduos. Explorar e analisar como a solução pode ser otimizada para lidar eficazmente com diferentes categorias de resíduos pode contribuir para uma gestão mais abrangente.

Esperamos que este trabalho possa auxiliar na conscientização sobre a importância da gestão sustentável de resíduos. Acreditamos que, com a colaboração contínua de desenvolvedores e da comunidade em geral, poderemos contribuir para um ambiente mais sustentável, inclusivo e consciente no descarte de resíduos.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama 2022**. 2023. Acessado em: 15 de novembro de 2023. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a política nacional de resíduos sólidos, altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm).
- CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO. **TIC Domicílios 2023**. [S. l.], 2023. Pesquisa realizada pelo Cetic.br em parceria entre o NIC.br e o CGI.Br. Acessado em: 16/11/2023. Disponível em: [https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20230825143720/tic\\_domicilios\\_2022\\_livro\\_eletronico.pdf](https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20230825143720/tic_domicilios_2022_livro_eletronico.pdf).
- FRANÇOISE, J.; CARAMIAUX, B.; SANCHEZ, T. Marcelle: composing interactive machine learning workflows and interfaces. In: **The 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology**. [S. l.: s. n.], 2021. p. 39–53.
- HAKLAY, M.; SINGLETON, A.; PARKER, C. Web mapping 2.0: The neogeography of the geoweb. **Geography compass**, Wiley Online Library, v. 2, n. 6, p. 2011–2039, 2008.
- KON, F.; SANTANA, E. F. Z. Computação aplicada a cidades inteligentes: Como dados, serviços e aplicações podem melhorar a qualidade de vida nas cidades. **CSBC 2017. JAI 4. São Paulo, SP**, p. 2536, 2017.
- MELL, P.; GRANCE, T. **The NIST definition of cloud computing**. [S. l.], 2011. v. 800, 145 p. Disponível em: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Catadores de Materiais Recicláveis**. [s.d.]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis.html#portal-siteactions>. Acesso em: 2023-11-21.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Coleta Seletiva**. [s.d.]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento.html#:~:text=Em%20novembro%20de%202015%2C%20o, reversa%20de%20embalagens%20em%20geral>. Acesso em: 2023-11-28.
- MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS. **Sobre o Movimento**. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.mnrc.org.br/sobre-o-mnrc>. Acesso em: 2023-11-21.
- MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS. **Quantos Catadores existem em atividade no Brasil?** São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.mnrc.org.br/sobre-o-mnrc/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil>. Acesso em: 2023-11-21.
- NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R. d.; OMETTO, J. P. H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas, v. 10, n. 4, p. 889–902, Oct 2015. ISSN 1980-993X. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1635%7D>.



SANTOS, R. M. B. d. **Plataforma para promover a reciclagem através de técnicas de persuasão e crowdsourcing**. Dissertação (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, 2021.

SILVA, L. J. S. d. **Solid WM**: uma aplicação web progressiva para a gestão dos resíduos sólidos da ufc quixadá utilizando visualização de dados. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal do Ceará, Quixadá, Ceará, Brasil, 2018.

## **APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA ENTREVISTA COM CATADORES**

Este apêndice possui o formulário aplicado a catador

1. Você já foi procurado por pessoas que desejam entregar materiais para reciclagem? Se sim, poderia compartilhar algumas das suas experiências?
2. Você utiliza algum site ou aplicativo específico para informar locais onde realiza coletas? Ou você utiliza alguma plataforma específica para ser contatado por pessoas que desejam entregar materiais recicláveis? Se sim, qual a plataforma?
3. Caso utilize, qual é a sua opinião sobre os métodos online que você utiliza? Pode destacar pontos positivos e negativos.
4. Na sua perspectiva, o que poderia facilitar para que mais pessoas o procurem para a coleta de materiais recicláveis com maior frequência?

## **APÊNDICE B – FORMULÁRIO PARA ENTREVISTA COM GERADORES DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS E EMPRESARIAIS**

Este apêndice possui o formulário aplicado aos geradores de resíduos domésticos e empresariais

1. Você já levou lixo para um ponto de coleta reciclável na sua região? Se sim, qual a frequência?
2. Você já chamou um catador/serviço de coleta para recolher lixo no seu ambiente de trabalho ou casa? Se sim, qual a frequência?
3. Onde você trabalha ou mora já passa regulamento catadores coletando lixo para reciclagem? Se sim, qual a frequência?
4. Você já buscou pontos de entrega ou catadores através da internet? Se sim, pode compartilhar algumas das suas experiências?
5. Você utiliza algum site ou aplicativo específico para descobrir pontos de coleta/entrega? Ou Você utiliza algum site, ou aplicativo específico para descobrir catadores?
6. Qual a sua opinião sobre site ou aplicativo que você usa? Liste pontos positivos e negativos.
7. O que você acredita que pode facilitar para que seu lixo seja coletado com maior frequência?

## APÊNDICE C – RESPOSTAS DOS CATADORES

Para a questão 1, foram obtidas as seguintes respostas:

- *“Sim para o descarte de garrafas pets. As pessoas não querem jogar no lixo, porque a degradação é demorada. Elas acham melhor entregar para reciclar.”*
- *“Sim, poucas pessoas já procuraram! Um exemplo é a farmácia Pague Menos que entrega pra mim os plásticos e os papelões para serem reciclados. Temos também a loja Moveletros, o Banco do Nordeste e a loja de calçados Universo Shoe.”*
- *“Sim, para o descarte de papelão, como as pessoas estão sempre comprando coisas novas, acabam ficando com muitas caixas acumuladas em casa.”*

Para a questão 2, foram obtidas as seguintes respostas:

- *“Não. Ainda não tem para a gente essa plataforma! Tentei usar algumas, mas nenhuma deu certo; sempre dava algum erro.”*
- *“Não.”*
- *“Infelizmente não, tentei usar o Cataki, mas era confuso.”*

Para a questão 3, foram obtidas as seguintes respostas:

- *“Não me aplico.”*
- *“Não utilizo.”*
- *“Não uso.”*

Para a questão 4, foram obtidas as seguintes respostas:

- *“As pessoas precisam ter a consciência de que todos os materiais são recicláveis e reutilizáveis. Sem essa consciência, elas não procuram descartar os materiais corretamente. Sem falar que na cidade não tem divulgações para esses tipos de ações!”*
- *“Precisamos ter mais estrutura para entregar algumas coisas para as pessoas juntarem esses materiais em suas casas até o dia de serem colhidos, por exemplo, um saco ou sacolas para elas colocarem e guardarem para serem coletados. Materiais de divulgação como cartão com o meu contato e endereço, algum meio de divulgar que faço este tipo de coleta, como um site ou um aplicativo seria muito bom! Por enquanto está só no boca a boca.”*
- *“Poderia ter algo para a gente divulgar de forma mais fácil, que as pessoas pudessem nos encontrar. Às vezes, é cansativo ter que ficar andando de casa em casa para saberem se querem descartar algo.”*

## APÊNDICE D – RESPOSTAS DOS GERADORES DE RESÍDUOS

Para a questão 1, foram obtidas as seguintes respostas:

- “Não”
- “Não, porque não tem muitos, fica meio complicado de saber onde tem pontos de reciclagem na cidade.”
- “Não, até porque não é fácil de se encontrar um local aqui na nossa cidade.”
- “Não, não conheço os pontos de reciclagem da minha cidade.”
- “Não, pois na empresa já tem maneiras de separar o lixo corretamente, separamos os materiais de acordo com sua categoria.”
- “Não, nunca levei”
- “Não”
- “Não, não tem nenhum ponto na minha cidade.”
- “Não, na verdade, até desconheço pontos de coleta próximo ou na minha região.”
- “Não”
- “Não”

Para a questão 2, foram obtidas as seguintes respostas:

- “Não”
- “Não, nunca chamei”
- “No meu bairro há um cronograma de passagem do caminhão do lixo, onde ele passa duas vezes por semana.”
- “Sim, vi o número de um catador em grupo do WhatsApp e entrei em contato, apenas uma vez.”
- “Sim, lá na empresa acontece 3 vezes na semana, onde uma empresa contratada que vem de fora vem fazer a coleta dos resíduos.”
- “Não.”
- “Não”
- “Já, faz muito tempo, uns 2 anos atrás.”
- “No meu trabalho, por ser um órgão do governo, toda semana um grupo passa para recolher o lixo do local. Em casa, normalmente, eu espero o transporte de coleta que também passa semanalmente na minha rua.”
- “Não, espero o serviço de coleta pública.”
- “Não”

Para a questão 3, foram obtidas as seguintes respostas:

- “Não”
- “Passa sim, acredito que 2 ou 3 vezes por semana.”
- “Não, geralmente nós só separamos os resíduos em sacos ou caixas diferentes, mas são levados pelo mesmo caminhão do lixo.”
- “Sim, no local onde trabalho, umas 2 vezes.”
- “Sim, 3 vezes na semana, por ser uma empresa contratada.”
- “Onde eu moro não costumo ver catadores coletando lixo.”
- “Não”
- “Não”
- “Sim, normalmente não tem uma frequência, mas pelo menos 3 vezes na semana catadores estão na minha rua procurando materiais para reciclagem.”
- “Sim, regularmente (não sei exatamente a frequência).”
- “Sim, regularmente”

Para a questão 4, foram obtidas as seguintes respostas:

- “Não”
- “Não, não procurei, não sei se tem pontos na cidade onde residio.”
- “Sim, mas não consegui achar resultados próximo à nossa localidade.”
- “Não”
- “Descobrimos a empresa por empresas parceiras que já utilizavam os serviços dessa empresa de coleta.”
- “Não”
- “Não”
- “Já procurei, porém, só encontrei em cidades grandes e longe da minha.”
- “Não”
- “Não”
- “Não”

Para a questão 5, foram obtidas as seguintes respostas:

- “Não uso”
- “Não”
- “Não uso”
- “Não conheço sites e nunca acessei algum.”

- *“Não, já temos uma empresa de fora para esse serviço.”*
- *“Não”*
- *“Não uso”*
- *“Não utilizo nenhum, mas se utilizasse com certeza seria bastante útil.”*
- *“Não e não conheço nenhum aplicativo.”*
- *“Não”*
- *“Não utilizo nenhum”*

Para a questão 6, foram obtidas as seguintes respostas:

- *“Não uso e não conheço”*
- *“Não uso”*
- *“Não uso”*
- *“Não conheço sites e nunca acessei algum”*
- *“Não usamos”*
- *“Não uso”*
- *“Não”*
- *“Não utilizo nenhum”*
- *“Não uso.”*
- *“Não utilizo”*
- *“Não utilizo nenhum”*

Para a questão 7, foram obtidas as seguintes respostas:

- *“Já estou satisfeito com a coleta pública 3x na semana”*
- *“Acredito que um app ou um site ajudaria para ter uma coleta melhor, da mesma maneira que facilitaria minha vida, ajudaria os catadores a saberem onde tem alguns ‘lixos’ específicos, assim podendo ajudar os mesmos nos trabalhos deles.”*
- *“A valorização da profissão, onde não haja deficiência de profissionais na área, assim podendo facilitar nas coletas.”*
- *“Separando os lixos que podem ser reciclados, entregando em pontos de entrega, entrando em contato com catadores.”*
- *“No âmbito empresarial não precisamos, mas no pessoal posso dizer que talvez um app ajudasse, pois dessa forma não precisaria ter tanto trabalho para buscar, o aplicativo já poderia mostrar o local ou meio de contato.”*
- *“No âmbito empresarial não precisamos, mas no pessoal posso dizer que talvez um app*

*ajudasse, pois dessa forma não precisaria ter tanto trabalho para buscar, o aplicativo já poderia mostrar o local ou meio de contato.”*

- *“Não sei dizer, nunca parei para pensar sobre isso”*
- *“Acho que poderia ter uma frequência melhor na coleta, na minha rua, por exemplo, mal passa caminhão de lixo.”*
- *“Acredito que uma política de conscientização sobre reciclagem de lixo”*
- *“Principalmente políticas públicas, salários e uniformes adequadas para as pessoas que trabalham com esse serviço.”*
- *“Maior acesso a informações sobre os serviços e políticas públicas voltadas à área”*
- *“Elaborar políticas públicas voltadas para essa área!!”*