

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ÁLVARO GUILHERME PIRES

**ECOCOLETA: UMA APLICAÇÃO WEB PARA FACILITAR A COLETA
SELETIVA E PROMOVER A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

GUARAPUAVA

2023

ÁLVARO GUILHERME PIRES

**ECOCOLETA: UMA APLICAÇÃO WEB PARA FACILITAR A COLETA
SELETIVA E PROMOVER A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

**EcoColeta: A web application to facilitate selective collection and promote
environmental sustainability**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Tecnologia em Sistemas para Internet do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Roni Fabio Banaszewski

Coorientador: Prof. Dr. Diego Marczal

GUARAPUAVA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

RESUMO

O descarte inadequado de resíduos provenientes de diferentes fontes causa impactos ambientais e sociais negativos. No Brasil, a quantidade de resíduos recicláveis descartada corretamente ainda é insuficiente. Neste sentido, várias cidades brasileiras apresentam iniciativas para incentivar a reciclagem e o descarte correto do lixo. Como exemplo, no município de Guaruapuava, no Paraná, além da coleta semanal do lixo reciclável realizada nas residências, foram implementadas lixeiras comunitárias em forma de contêineres plásticos em alguns bairros da cidade para concentrar o lixo orgânico e o reciclável de várias residências a fim de facilitar a coleta. Porém, esta alternativa apresenta problemas, como o espaço ocupado nas ruas, custo alto para aquisição e manutenção, mau cheiro quando não higienizado com frequência e principalmente, ainda não é eficiente, pois nem todos os residentes descartam corretamente o lixo, levando à necessidade de seleção do lixo reciclável pelos catadores dentre o lixo disponibilizado no contêiner de recicláveis. De fato, a falta de informação e o acesso limitado a alternativas de coleta adequada contribuem para o problema do lixo em todo o país. Desta forma, o incentivo e melhoramento das condições de trabalho de catadores de materiais recicláveis é fundamental para intensificar a coleta seletiva e o encaminhamento correto dos resíduos aos centros de reciclagem. Para auxiliar nessas questões de uma forma digital, propõe-se o desenvolvimento de um aplicativo que facilite a comunicação entre catadores e moradores geradores de lixo, permitindo uma coleta mais eficiente e valorizando o trabalho dos catadores. Esta aplicação incluiria recursos de conscientização sobre a importância do descarte correto, comunicação entre os interessados, gamificação para tornar o processo divertido com posterior troca da pontuação por produtos advindos de parcerias com empresas e prefeitura e principalmente, orientação geográfica aos catadores sobre a localização do lixo reciclável disponibilizado pelos moradores. Certamente, é de suma importância a adesão em larga escala de moradores e catadores para que a solução tenha sucesso.

Palavras-chave: catadores de materiais recicláveis; desenvolvimento web; coleta seletiva; reciclagem; descarte inadequado de resuos.

ABSTRACT

Improper disposal of waste from different sources causes negative environmental and social impacts. In Brazil, the amount of recyclable waste properly discarded is still insufficient. In this sense, several Brazilian cities have initiatives to encourage recycling and the correct disposal of waste. As an example, in the municipality of Guarapuava, Paraná, in addition to the weekly collection of recyclable waste carried out in homes, community trash bins in the form of plastic containers were implemented in some neighborhoods of the city to concentrate organic and recyclable waste from various homes in order to facilitate collection. However, this alternative presents problems, such as the space occupied in the streets, high cost for acquisition and maintenance, bad smell when not cleaned frequently and, mainly, it is still not efficient, since not all residents dispose of garbage correctly, leading to the need to selection of recyclable garbage by the collectors among the garbage available in the recyclable container. In fact, lack of information and limited access to adequate collection alternatives contribute to the garbage problem across the country. In this way, encouraging and improving the working conditions of recyclable material collectors is essential to intensify selective collection and the correct forwarding of waste to recycling centers. To help with these issues in a digital way, it is proposed the development of an application that facilitates communication between collectors and residents who generate garbage, allowing a more efficient collection and valuing the work of collectors. This application would include resources to raise awareness about the importance of correct disposal, communication between stakeholders, gamification to make the process fun with subsequent exchange of scores for products arising from partnerships with companies and city hall and, above all, geographic guidance to collectors about the location of garbage recyclable material made available by residents. Certainly, the large-scale adherence of residents and collectors is of paramount importance for the solution to be successful.

Keywords: recyclable material pickers; web development; selective collect; recycling; improper waste disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo das lixeiras coletivas na forma de contêiner	8
Figura 2 – Dinâmica do Scrum	16
Figura 3 – Dinâmica do Kanban	17
Figura 4 – Exemplo etapas TDD	18
Figura 5 – Apresenta a tela da organização de um quadro	19
Figura 6 – Fluxo de trabalho do Gitflow	20
Figura 7 – Imagem do fluxo de trabalho de um projeto utilizando <i>Continuous Integration (CI)/Continuous Delivery (CD)</i>	21
Figura 8 – Como docker funciona	23
Figura 9 – Tela inicial Meu Copo Eco	25
Figura 10 – Telas App Cataki	26
Figura 11 – Telas App iRecycle	27
Figura 12 – Imagem da modelagem do banco de dados da aplicação EcoColeta. . .	33
Figura 13 – Wireframe tela login EcoColeta.	34
Figura 14 – Wireframe tela principal EcoColeta.	35
Figura 15 – Wireframe tela perfil EcoColeta.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudo comparativo	28
Tabela 2 – Histórias de Usuário	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

ACID	Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade
API	<i>Application Programming Interface</i>
APP	Aplicativo
CD	<i>Continuous Delivery</i>
CI	<i>Continuous Integration</i>
HTTPS	<i>Hyper Text Transfer Protocol Secure</i>
IDs	Identificação
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
ONG	Organização não-governamental
Paas	<i>Platform as a Service</i>
PWA	<i>Progressive Web App</i>
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SMS	<i>Short Message Service</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i>
TDD	<i>Test Driven Development</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivos	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
1.2	Justificativa	13
1.3	Estrutura do trabalho	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Processo de desenvolvimento	15
2.1.1	Metodologia ágil <i>Scrum</i>	15
2.1.2	Kanban	16
2.1.3	Desenvolvimento Orientado por Testes	17
2.2	Ferramentas de desenvolvimento	18
2.2.1	Trello	18
2.2.2	Testes automatizados com Selenium	18
2.2.3	Git, Gitflow e GitHub	19
2.2.4	Heroku	20
2.3	Tecnologias do lado cliente	21
2.3.1	Angular	21
2.3.2	Progressive Web App	22
2.4	Tecnologias do lado servidor	22
2.4.1	Docker	22
2.4.2	SpringBoot	23
2.4.3	PostgreSQL	24
2.4.4	Twilio	24
3	TRABALHOS RELACIONADOS	25
3.1	ReciclaBR	25
3.2	Meu Copo Eco	25
3.3	Cataki	26
3.4	iRecycle	26
3.5	Estudo Comparativo	27

4	MATERIAIS E MÉTODOS	29
5	ANALISE E PROJETO DO SISTEMA	31
5.1	Escopo do sistema	31
5.2	Modelagem do sistema	32
5.2.1	Modelagem do Banco de Dados	32
5.2.2	Modelagem das telas	34
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O descarte incorreto de resíduos provenientes de indústrias, residências, comércios, agrícolas e de serviços, pode acarretar diversos desequilíbrios ambientais e sociais (ANDRADE; FERREIRA, 2011). Segundo dados de 2022 da *International Solid Waste Association* (ISWA)¹, o Brasil produz cerca de 27,7 milhões de resíduos recicláveis ao ano e somente 4% obtêm o descarte correto.

No município de Guarapuava - PR, no ano de 2011, foi inaugurado o aterro sanitário da cidade, sendo destino diário de aproximadamente 78 toneladas de lixos. Em 2017, a captação foi de cerca de 120 toneladas diárias, dando um total ao ano de aproximadamente 212 mil toneladas. Este aumento do lixo se deve ao aumento populacional e também a falta de conscientização por parte da população em relação a separação adequada de resíduos. Muito lixo que é reciclável é levado ao aterro. Para a prefeitura descartar o lixo no aterro, tem um custo de R\$ 147,00 por tonelada (GUARAPUAVA, 2023). Desta forma, é evidente a necessidade de soluções que contribuam com a redução do acúmulo de lixo no aterro sanitário e consequentemente, reduzam os custos de descarte e impactos ambientais na região (BRONOSKI; MENDES, 2017).

Com a finalidade de simplificar e incentivar a coleta seletiva foi iniciado em Guarapuava - PR, no ano de 2021 a implementação de lixeiras coletivas na forma de contêiner para o descarte separado de resíduos recicláveis e orgânicos, ilustrado na [Figura 1](#). Com isso, a intenção é concentrar uma certa quantidade de lixo reciclável e orgânico para facilitar a coleta semanal realizada pela prefeitura, tanto a coleta seletiva como a coleta de lixo em geral. E também, esta política de concentração de lixo auxilia os catadores autônomos que tem a coleta seletiva como trabalho e fonte de renda, levando os recicláveis para a destinação correta, ou seja, para os centros de reciclagens (SOUZA; PAULA; PINTO, 2011).



Figura 1 – Exemplo das lixeiras coletivas na forma de contêiner

Fonte: Pires (2023b).

¹ Disponível em <https://www.iswa.org/>

A solução de contêiner resolve o problema de identificação do lixo reciclável, que outrora era colocado nas lixeiras particulares das residências sem nenhuma identificação, muitas vezes confundido com lixo comum e indo parar em aterros. Também resolve o problema de residências que não possuem lixeiras, sendo o lixo descartado inapropriadamente nas calçadas, podendo ser revirado por animais de rua. Com o descarte individual do lixo na frente da residência, pode ocorrer do morador não se atentar ao dia em que passa o caminhão da coleta seletiva e disponibilizar o lixo orgânico ou reciclável em um dia qualquer. Esta falta de informação dificulta o trabalho da coleta seletiva municipal e também dos catadores autônomos. Muitas vezes, os catadores precisam analisar o conteúdo dos sacos de lixo a fim de verificar se contém lixo reciclável. Uma alternativa seria identificar o lixo orgânico e reciclável por meio de sacos com cores diferentes, de preferência bio-degradáveis, ou mesmo a lixeira com alguma placa descritiva do tipo de lixo, podendo tal material ser doado pela prefeitura ou obtido por meio de empresas parceiras. Desta forma, reduziria a chance de um saco com conteúdo reciclável não ser devidamente identificado para tal e ser levado como lixo comum.

O descarte consciente do lixo reciclável em contêiner de forma coletiva tem algumas vantagens em relação ao descarte individual em residência de forma identificada. Uma vantagem é a otimização do tempo de coleta, uma vez que o lixo estará concentrado em alguns pontos. Também, há uma outra vantagem, por se tratar de um repositório, o lixo pode ficar armazenado por alguns dias, isso independe do dia da semana que o caminhão passa coletar e também, não polui visualmente a fachada das casas com sacos de lixos disponibilizados nas lixeiras ou calçadas.

No entanto, nem sempre uma solução agrada todos os envolvidos. No caso dos contêiner, eles apresentam um custo elevado para compra e também exige manutenção, o que inviabiliza a curto prazo atender todos os bairros de uma cidade de forma confortável. Ademais, tais estruturas ocupam espaço às margens das calçadas que atrapalham o tráfego ou o estacionamento de veículos, principalmente se as ruas forem estreitas ou então, de alto fluxo de veículos. E ainda, se disponibilizado na frente de alguma residência, atrapalha na circulação dos moradores e também polui visualmente. Além disso, se a coleta não for feita com frequência, os contêiner de lixo orgânico passam a emitir mau cheiro, que já é uma das principais reclamações de moradores onde o sistema foi implantado. Por conta disso, as lixeiras geralmente são colocadas na frente de terrenos baldios ou então, em regiões com menos circulação de pessoas e mais distante de algumas casas, fazendo com que alguns indivíduos necessitem andar algumas quadras ou utilizar de automóvel para poder depositar o material na lixeira mais próxima. Isto gera um grande problema de acessibilidade e prejudica pessoas idosas ou com problemas de locomoção. E a dificuldade para se descartar o lixo ainda é aumentada quando está chovendo.

Em ambas as situações, tanto no descarte coletivo como no individual, o fator pessoa está presente e conseqüentemente, a questão da conscientização e informação para o descarte correto do lixo. Mesmo que sejam disponibilizados meios para separação organizada do lixo, tanto em contêiner ou por meio da doação de sacos bio-degradáveis com cores identificáveis

do tipo de lixo, ainda pode ocorrer de moradores agirem de má-fé ou desinformada, levando a continuação do descarte errado do lixo. Neste caso, no sentido de não separar adequadamente ou misturar o lixo reciclável com orgânico ou ainda, disponibilizar em contêiner errado ou em saco com a cor inapropriada. Mesmo que tais recursos sejam disponibilizados de forma gratuita para a população, não se pode considerar que todos irão aderir fielmente a esta política. Portanto, é preciso um meio de identificar realmente os moradores interessados em participar deste processo de reciclagem e fazer com que o lixo gerado por estes moradores tenha o destino da reciclagem. Com a adesão de mais pessoas a esta política, cada vez mais lixo será reciclado e cada vez menos lixo irá para os aterros sanitários.

Uma solução para tornar mais eficiente a coleta seletiva do lixo seria unir as vantagens do descarte coletivo com o individual, resolvendo os problemas supra-citados de cada categoria de descarte. Para tanto, esta solução precisaria da participação em massa dos catadores autônomos, a fim de estreitar, por meio da comunicação, a relação com os indivíduos, que geram e separam o lixo reciclável. A comunicação entre estes lados precisa existir para que o descarte e coleta ocorra de forma mais organizada, eficiente e econômica. E esta comunicação seria possível de ocorrer por meio do desenvolvimento de um aplicativo conectado à Internet para ser usado pelos interessados.

Com isso, um morador poderia separar e armazenar o lixo reciclável em sua residência e quando tivesse uma quantidade que achasse suficiente, poderia comunicar aos catadores para virem retirar o lixo. Certamente, caso seja um dia em que o caminhão de coleta seletiva passará em sua rua, caso ele saiba o horário, poderá a contraponto, fazer uso deste serviço (GUARAPUAVA, 2023). Mas como alternativa, ele poderia entregar o lixo pessoalmente a um catador após um agendamento a um intervalo de horário ou então disponibilizar externamente à residência, mas informando a localização aos catadores. Assim, o morador teria certeza de que o seu esforço em separar o lixo não foi em vão, ou seja, que o seu lixo teve realmente o destino esperado, não sendo levado como lixo comum. No entanto, esta solução tecnológica também contribui para o melhor uso dos processos existentes de coleta de lixo, apresentando avisos claros sobre o dia e preferencialmente horário e rota do caminhão municipal de coleta seletiva e dicas para melhor identificar visualmente o lixo depositado externamente à residência para facilitar a coleta.

Por outro lado, a solução tecnológica também auxiliaria no trabalho dos catadores autônomos. O Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR)² afirma que em 2021 haviam cerca de 800 mil catadores em atividade no Brasil, atuando em coletas, separações e comercialização de resíduos recicláveis, sendo eles responsáveis por cerca de 90% de toda a coleta realizada.

Apesar de grande importância para a sociedade brasileira, os catadores enfrentam grandes dificuldades para exercer seus serviços de forma adequada. Por exemplo, em inúmeros casos o deslocamento do material coletado é feito a pé, movimentando o veículo de transporte

² Disponível em <https://www.mnrc.org.br/>

da carga totalmente com sua própria força, em subidas e descidas, muitas vezes com cargas pesadas em vias de tráfego difícil após períodos excessivos de trabalho, sem descanso ou remuneração suficiente, expostos a condições climáticas, perigos no trânsito, e muitas vezes, com problemas de saúde. Nestas condições e sem uma logística orientada de onde encontrar o lixo a ser coletado, eles andam distâncias longas e muitas vezes, de forma desnecessária, se comparada a uma situação em que eles tivessem a priori a informação da localização do lixo a ser coletado (JUNIOR *et al.*, 2013). Além disso, mesmo que um catador geralmente siga uma rota, ele pode passar em horários que não coincidam com a presença do lixo, ou seja, ele pode passar em uma rua em um certo horário, mas por falta de comunicação com os moradores, os mesmos, disponibilizam o lixo após a sua passagem. Esta situação leva a um desperdício de esforços do catador, de tempo e financeiro. Em termos financeiros, os catadores são os menos favorecidos, visto que a maior parte do lucro fica com as grandes recicladoras (PISANO; DEMAJOROVIC; BESEN, 2022). Neste sentido, é importante dar uma maior atenção a este setor tão importante para a sociedade. Em uma visão global, se este setor tiver o seu processo de trabalho aperfeiçoado, leva o aumento da eficiência e consequentemente ao aumento do volume de lixo destinado corretamente à reciclagem, favorecendo toda a sociedade e o meio-ambiente.

Deste modo, a solução computacional foco desta proposta também buscaria auxiliar os catadores na realização de seus serviços. Como exemplo, a aplicação poderia oferecer orientações geográficas para melhorar a escolha da rota a ser seguida a fim de localizar o lixo disponibilizado por moradores e assim otimizar o volume coletado de recicláveis em menor tempo.

Vale salientar que, o lixo pode ser disponibilizado externamente à residência de um morador, ou seja, na lixeira ou calçada, ou então, internamente ao terreno da residência ou condomínio, quando é preciso autorização do morador para a coleta. Em ambos os casos, o catador terá a localização do resíduo a ser coletado, podendo inclusive ter a informação sobre o tipo do lixo (ex. papel, vidro, pilhas), caso informado pelo morador. Porém, a coleta do lixo disponibilizado na modalidade interna somente ocorrerá quando solicitado pelo morador ou responsável pelo lixo. Neste processo, o morador pode informar a quantidade, tipo e um horário para a realização da coleta. Com estas informações, os catadores mais próximos poderão se candidatar para a coleta, o morador escolhe um entre os candidatos e então, a entrega é agendada. Ainda nesta modalidade, o morador pode oferecer doações de produtos que ainda podem ser úteis para uso (ex. um eletrodoméstico ou louça usada) ou então, propor a retirada de lixo que não é de interesse natural ao catador por não ser reciclável, volumoso ou pesado (ex. restos de árvores, material de construção ou eletrodomésticos estragados), via pagamento de um valor a ser negociado diretamente com o catador, agregando uma renda extra ao catador.

Além de ajudar a otimizar o tempo de coleta e volume coletado, a aplicação também poderia tornar o trabalho mais divertido e compensador, fazendo uso de práticas de gamificação para pontuação pela coleta de quantidades, podendo pontuar diferente para cada categoria de reciclável coletado, buscando incentivar a coleta de tipos de lixo não atraentes aos catadores,

tal como o vidro e pilhas. Esta pontuação adquirida pode levar a apresentação de uma tabela geral de classificação por pontuação, separada por diferentes períodos, a fim de gerar uma competição saudável entre os catadores e por fim, a troca da pontuação adquirida por produtos oferecidos pela prefeitura em parceria com produtores rurais ou empresas.

Contudo, a proposta desta solução computacional visa trazer benefícios para todos os envolvidos no processo de geração de lixo e coleta de recicláveis. Os moradores separadores de lixo reciclável se beneficiarão por terem uma percepção maior de que o lixo devidamente separado foi destinado corretamente para os centros de reciclagem. Os catadores terão os benefícios de otimização de rotas, premiação pelo desempenho através dos programas de parceria com a prefeitura e renda extra por serviços de transporte de outros resíduos via negociação direta com os moradores. Evidentemente, os catadores passam a exercer um papel ainda maior de destaque neste processo de coleta de lixo de um município, por estarem em comunicação direta com os moradores. E por fim, a prefeitura que terá mais uma ferramenta para auxiliar no melhoramento da coleta de lixo reciclável, trabalhando de forma integrada ao processo existente, podendo levar mais informações e atualização aos moradores, tal como o horário dos caminhões de coleta seletiva do município, e incentivando uma modalidade que une as vantagens do descarte coletivo em contêiner (i.e. armazenamento e separação em casa de uma quantidade razoável) e individual (i.e. descarte na lixeira particular por meio de um aviso ao catador ou entrega direta ao catador), mas principalmente, melhorada, inclusiva e econômica.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver uma aplicação web para incentivar a coleta seletiva de recicláveis por meio do aumento da comunicação e engajamento entre os moradores (residências, condomínios e empresas) geradores de lixo reciclável com os catadores.

1.1.2 Objetivos específicos

- Permitir que o morador informe a localização do lixo reciclável em ambiente interno ou externo.
- Permitir que o morador escolha um catador e agende a coleta de lixo reciclável em ambiente interno.
- Permitir ao morador avaliar os serviços dos catadores.
- Apresentar aos interessados a localização do endereço dos resíduos recicláveis em mapa ou em texto.

- Promover práticas de engajamento aos usuários catadores com o uso de práticas de gamificação, pontuação e classificação por meio da pontuação por períodos.
- Permitir o débito da pontuação ao trocar por produtos oferecidos pela prefeitura ou empresas parceiras.
- Emitir relatórios para a prefeitura da cidade.
- Disponibilizar avisos e informações educacionais sobre a reciclagem.

1.2 Justificativa

A [introdução](#) aborda a problemática do descarte inadequado de resíduos, destacando os desequilíbrios ambientais e sociais causados por essa prática. No contexto específico do município de Guarapuava - PR, uma solução proposta é a criação de um aplicativo, visando facilitar a comunicação entre os moradores, os catadores e a prefeitura. Esse aplicativo permite que os moradores realizem a separação e o armazenamento dos materiais recicláveis em suas residências, notificando os catadores quando houver uma quantidade suficiente para coleta.

Além disso, o aplicativo fornece informações importantes sobre o processo de coleta seletiva, como os dias e horários de coleta, orientações visuais para identificação correta dos resíduos e até mesmo orientações geográficas para que os catadores possam otimizar suas rotas. Essa solução também oferece uma oportunidade para aplicar os conhecimentos adquiridos durante a graduação, utilizando as tecnologias aprendidas de maneira prática e efetiva.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado em seis capítulos, sendo estes: no [Capítulo 1](#), Introdução do projeto; [Capítulo 2](#), será apresentado a fundamentação teórica que embasa o trabalho, juntamente com as tecnologias que serão utilizadas no desenvolvimento e na gestão; [Capítulo 3](#), Sistemas Similares, serão abordados os sistemas que possuem objetivo similar ao deste projeto; O [Capítulo 4](#), Materiais e métodos será apresentado o processo de desenvolvimento do sistema de acordo com a metodologia de desenvolvimento escolhida; Por sua vez, o [Capítulo 5](#), Resultados será apresentado os resultados obtidos nos testes aplicados para a solução proposta; Por fim, no [Capítulo 6](#), Conclusão serão apresentadas as considerações finais acerca do tema e do projeto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A reciclagem desempenha um papel crucial na preservação do meio ambiente, na conservação dos recursos naturais e na redução da poluição causada pelo descarte incorreto de resíduos (ANDRADE; FERREIRA, 2011). A coleta seletiva é um componente fundamental da gestão adequada de resíduos, permitindo a separação dos materiais recicláveis dos resíduos comuns e facilitando o processo de reciclagem.

No contexto do município de Guarapuava, como mencionado no [Capítulo 1](#), a falta de conscientização da população em relação à separação adequada dos resíduos e o aumento populacional resultaram em um acúmulo significativo de lixo no aterro sanitário, gerando custos elevados de descarte e impactos ambientais negativos. Além disso, a infraestrutura atual de coleta seletiva apresenta limitações, como a distância entre as lixeiras coletivas e algumas residências, a falta de informação sobre os horários de coleta e a possibilidade de descarte incorreto.

Diante dos desafios enfrentados pela coleta seletiva em Guarapuava, a implementação de um aplicativo móvel específico para aprimorar esse processo se mostra uma solução promissora. Por meio do fornecimento de informações, recursos de localização e mecanismos de incentivo, espera-se que o aplicativo possa engajar a população, facilitar a separação adequada dos resíduos e melhorar a eficiência da coleta seletiva, contribuindo assim para a preservação ambiental e a sustentabilidade do município.

Os aplicativos móveis têm se mostrado eficientes na otimização de processos e na melhoria da comunicação entre diferentes atores envolvidos em determinadas atividades. No contexto da coleta seletiva, eles podem desempenhar um papel fundamental na conscientização da população, na facilitação da separação adequada dos resíduos e na comunicação entre os moradores, catadores autônomos e a prefeitura.

Ao desenvolver uma aplicação, é importante considerar diversas ferramentas disponíveis no mercado, como linguagens de programação, *frameworks* e bibliotecas que auxiliam os programadores no desenvolvimento. A escolha dessas tecnologias impacta diretamente no processo de desenvolvimento, na qualidade e no tempo de implementação da aplicação. Portanto, é fundamental definir quais tecnologias serão utilizadas, levando em consideração o sucesso da aplicação. Além disso, é importante adotar boas práticas de programação e utilizar técnicas que auxiliem na manutenção e integridade da aplicação.

Nesse capítulo, serão apresentadas tecnologias que contribuirão para o desenvolvimento do projeto, incluindo ferramentas e metodologias que serão utilizadas para alcançar resultados promissores.

2.1 Processo de desenvolvimento

O desenvolvimento de uma aplicação abrange todo o período em que a mesma está sendo construída. Durante esse processo, é essencial utilizar práticas e metodologias que ajudem a gerenciar e organizar todas as etapas, especialmente em projetos desenvolvidos em equipe. Trabalhar em equipe requer uma maior organização, garantindo que todos os membros compreendam exatamente o que precisa ser feito. O objetivo final é entregar produtos de qualidade dentro dos prazos estabelecidos. Nesse contexto, esta seção apresenta algumas abordagens e técnicas que auxiliam no gerenciamento, organização e desenvolvimento de uma aplicação.

2.1.1 Metodologia ágil *Scrum*

O método *Scrum* trata-se de uma metodologia frequentemente utilizada por equipes de profissionais desenvolvedores, sendo usado desde o início de 1990. O trabalho é dividido em ciclos chamados de *Sprints*, que geralmente têm uma duração fixa de duas a quatro semanas em que uma versão potencialmente utilizável do produto irá ser criada, assim uma nova *Sprint* começa imediatamente após a conclusão da anterior. O *Scrum* define também um *Team Scrum*, que consiste em um *Scrum Master*, um *Product owner* e *Developers*. O *Product Owner* é o responsável por fornecer novos requisitos juntamente com a ordem que devem ser executados, além de avaliar a qualidade final das entregas. O *Scrum Master* é responsável por garantir que o *Scrum* seja entendido e aplicado. A gestão das atividades é realizada por meio de reuniões de acompanhamento, conhecidas como *Daily Scrum*. Nesses encontros, a equipe compartilha o que foi feito desde a última reunião, o que será feito até a próxima. Além disso, ao final de cada *Sprint* ocorre a revisão, na qual a equipe apresenta os resultados alcançados, sendo importante para validar as entregas e ajustar o plano para as próximas *Sprints*.

A fim de garantir total funcionamento, o método *Scrum* funciona a partir de dois blocos: o *Product Backlog* e o *Sprint Backlog*. O *Product Backlog* é uma lista ordenada de todas as funcionalidades, requisitos, melhorias e correções que precisam ser feitas em um produto. Ele representa todas as demandas do cliente, bem como os requisitos identificados pela equipe de desenvolvimento. O *Sprint Backlog* caracteriza-se por um conjunto de itens do *Backlog* selecionados para a *Sprint*, visando o plano da entrega do produto e assim atingir o propósito da *Sprint* (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020).

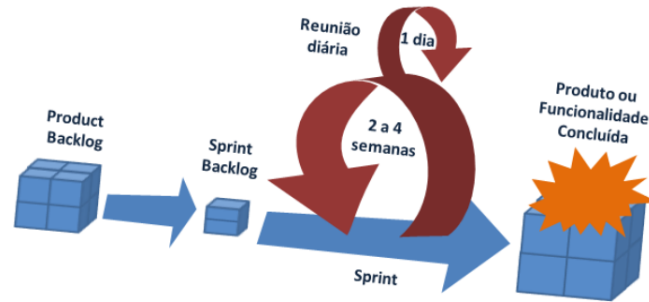


Figura 2 – Dinâmica do Scrum

Fonte: MindMaster (2023).

2.1.2 Kanban

Junto à metodologia *Scrum*, podemos utilizar no desenvolvimento deste projeto o quadro Kanban, deixando de forma clara a distribuição das tarefas. O Kanban é uma metodologia de gerenciamento visual que auxilia equipes e empresas a controlar e otimizar seu fluxo de trabalho. Originado no sistema de produção da Toyota, o Kanban se baseia em cartões visuais para representar tarefas ou itens que precisam ser realizados. Sua principal finalidade é criar um sistema de acompanhamento claro e transparente, permitindo que as equipes visualizem o status das tarefas em tempo real, o quadro Kanban é dividido em colunas que representam os estágios do processo, como "A fazer", "Em andamento" e "Concluído". Cada tarefa é representada por um cartão que é movido de uma coluna para outra conforme progride. Além de fornecer uma visão geral do trabalho em andamento, o Kanban facilita o monitoramento do fluxo de trabalho e a identificação de gargalos e atrasos. Ele promove o trabalho em equipe, a colaboração e a melhoria contínua, uma vez que as equipes podem identificar e resolver problemas de forma mais eficiente.

O Kanban pode ser aplicado em diversos contextos, desde o desenvolvimento de software até a gestão de projetos, produção industrial e até mesmo na organização pessoal. Sua abordagem flexível e adaptável permite que as equipes personalizem o método para atender às suas necessidades específicas (ARTIA, 2023).

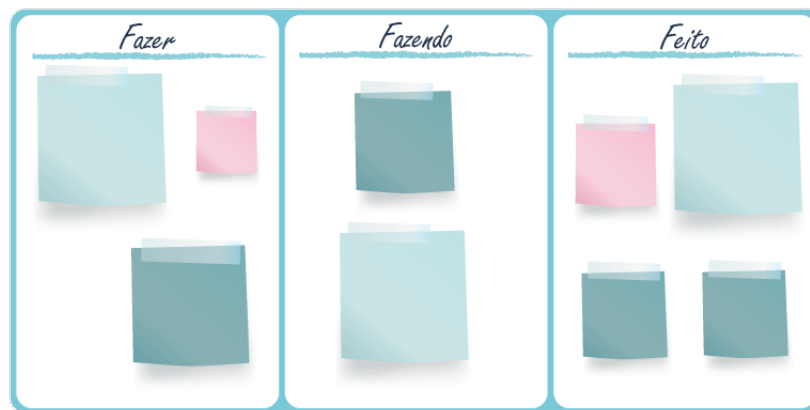


Figura 3 – Dinâmica do Kanban

Fonte: Artia (2023).

2.1.3 Desenvolvimento Orientado por Testes

Uma metodologia de teste amplamente utilizada no desenvolvimento de sistemas é a *Test Driven Development (TDD)*, que se baseia na criação de testes automatizados antes mesmo da implementação do código propriamente dito. O objetivo principal do TDD é orientar o desenvolvimento do sistema a partir dos requisitos e garantir que o código atenda a esses requisitos de forma confiável (DEVMEDIA, 2023).

O TDD segue um ciclo iterativo de três etapas: *Red-Green-Refactor* Figura 4:

- **Red:** Nesta etapa, o desenvolvedor escreve um teste automatizado que verifica um requisito específico que ainda não foi implementado. O teste é escrito de forma que inicialmente falhe, representando a falha do sistema em atender ao requisito.
- **Green:** Nesta etapa, o desenvolvedor implementa o código necessário para fazer com que o teste passe, ou seja, o sistema atenda ao requisito estabelecido. O objetivo é escrever a quantidade mínima de código necessário para que o teste seja bem-sucedido.
- **Refactor:** Nesta etapa, o desenvolvedor melhora o código existente, fazendo refatorações para eliminar redundâncias, melhorar a legibilidade, otimizar o desempenho, entre outras melhorias. É importante garantir que todos os testes continuem passando após as refatorações.

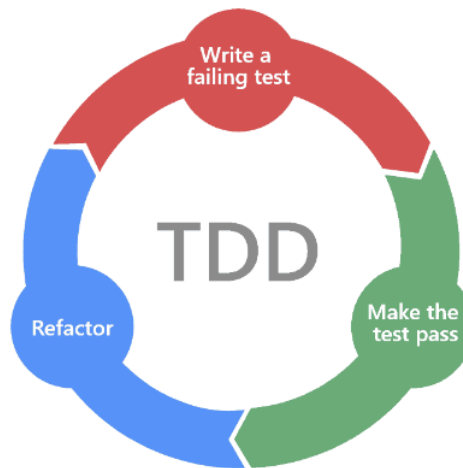


Figura 4 – Exemplo etapas TDD

Fonte: DEVMEDIA (2023).

2.2 Ferramentas de desenvolvimento

As ferramentas de desenvolvimento desempenham um papel crucial ao auxiliar os desenvolvedores na construção de sistemas computacionais. Ao utilizar ferramentas adequadas, é possível aumentar a produtividade do desenvolvimento, reduzindo a necessidade de realizar tarefas manuais e promovendo a organização e qualidade do sistema a ser desenvolvido. Nesta seção, serão apresentadas diversas ferramentas que auxiliam na construção de aplicações, contribuindo para a manutenção, organização e adoção de melhores práticas de desenvolvimento.

2.2.1 Trello

O Trello é uma ferramenta de gerenciamento de projetos online utilizando a teoria do quadro Kanban na [subseção 2.1.2](#). Cada projeto criado é denominado de quadro e pode ser compartilhado com vários usuários. Cada quadro possui colunas que contêm cartões. Os cartões são os elementos essenciais para a organização do trabalho em um quadro, utilizados para representar tarefas e histórias do usuário das metodologias ágeis, o fluxo pode ser visualizado na [Figura 5](#). O *Trello* permite integrar ferramentas de trabalho, conectando *power-ups* que ajudam a atender a uma necessidade específica. Como exemplo, há o *Card Priority by Screenful* que permite adicionar prioridades as Histórias de Usuário e *Card Numbers by Reenhanced* que permite adicionar números de [Identificação \(IDs\)](#) nos cartões do quadro (TRELLO, 2023).

2.2.2 Testes automatizados com Selenium

A ferramenta Selenium é amplamente utilizada no desenvolvimento de sistemas para a automação de testes funcionais em interfaces de usuário web. O Selenium permite a simulação

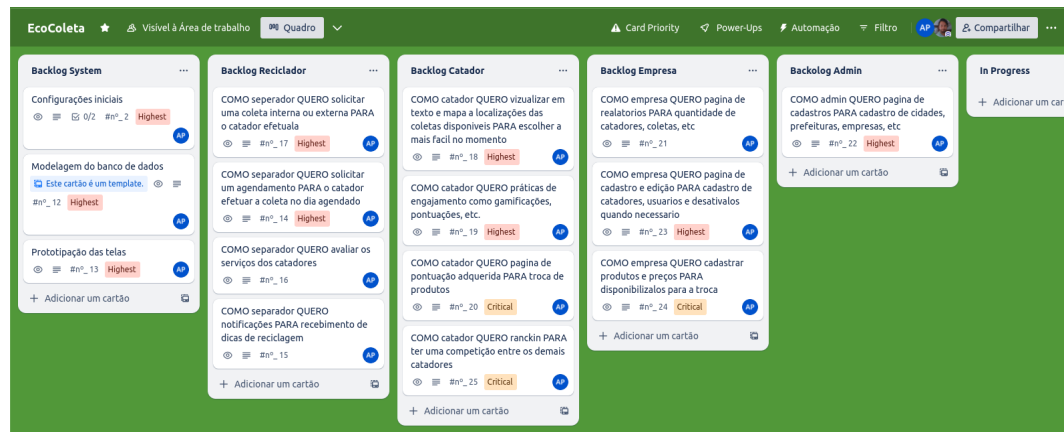


Figura 5 – Apresenta a tela da organização de um quadro

Fonte: (PIRES, 2023a).

de interações do usuário, como preenchimento de formulários, cliques em botões e navegação entre páginas, em diferentes navegadores web.

Ao adotar o [TDD subseção 2.1.3](#), é possível utilizar o Selenium para escrever testes automatizados que verifiquem o comportamento das interfaces de usuário web. Esses testes podem ser escritos antes mesmo da implementação das funcionalidades, guiando o desenvolvimento e garantindo que as interações do usuário estejam funcionando corretamente. Dessa forma, o Selenium se torna uma ferramenta valiosa para implementar a metodologia de teste [TDD](#), permitindo a automação dos testes funcionais em interfaces de usuário web e garantindo a qualidade do sistema desenvolvido (SELENIUM, 2023).

2.2.3 Git, Gitflow e GitHub

Git é um sistema de controle de versão de arquivos distribuído, gratuito e de código aberto. Foi projetado para hospedar desde projetos pequenos até grandes, mantendo a mesma velocidade e eficiência (GIT, 2023). Para gerenciar o fluxo de trabalho no *Git*, pode-se seguir um modelo chamado *Gitflow*. O *Gitflow* é um modelo abstrato do fluxo de trabalho do *Git*, que define um padrão rigoroso de ramificação com base no lançamento do projeto. Tecnicamente, o *Gitflow* estabelece um fluxo de trabalho para gerenciar as *branches*, que são ramificações do projeto nos repositórios. Em vez de ter apenas uma *branch* principal, esse fluxo de trabalho usa duas ramificações para registrar o histórico do projeto. A *branch* principal (chamada de *main*), armazena o histórico do lançamento oficial, enquanto a ramificação de desenvolvimento (chamada de *develop*), contém o código para a próxima versão de lançamento. Cada nova funcionalidade deve ser desenvolvida em sua própria ramificação, criada a partir da *branch* de desenvolvimento. Quando uma funcionalidade é concluída, ela é mesclada na ramificação de desenvolvimento. Quando a ramificação de desenvolvimento adquire recursos suficientes para um lançamento, ela é bifurcada em uma ramificação de lançamento (chamada de *release*). Quando está pronta para ser lançada, a ramificação de lançamento é mesclada com as *branches*

principal e de desenvolvimento. Para corrigir problemas que ocorrem na versão em produção com rapidez, são criadas ramificações de manutenção ou *hotfix* baseadas na *branch* principal, uma vez que essa *branch* reflete o código em produção (ATLASSIAN, 2023). O fluxo de trabalho do *Gitflow* pode ser visualizado na Figura 6.

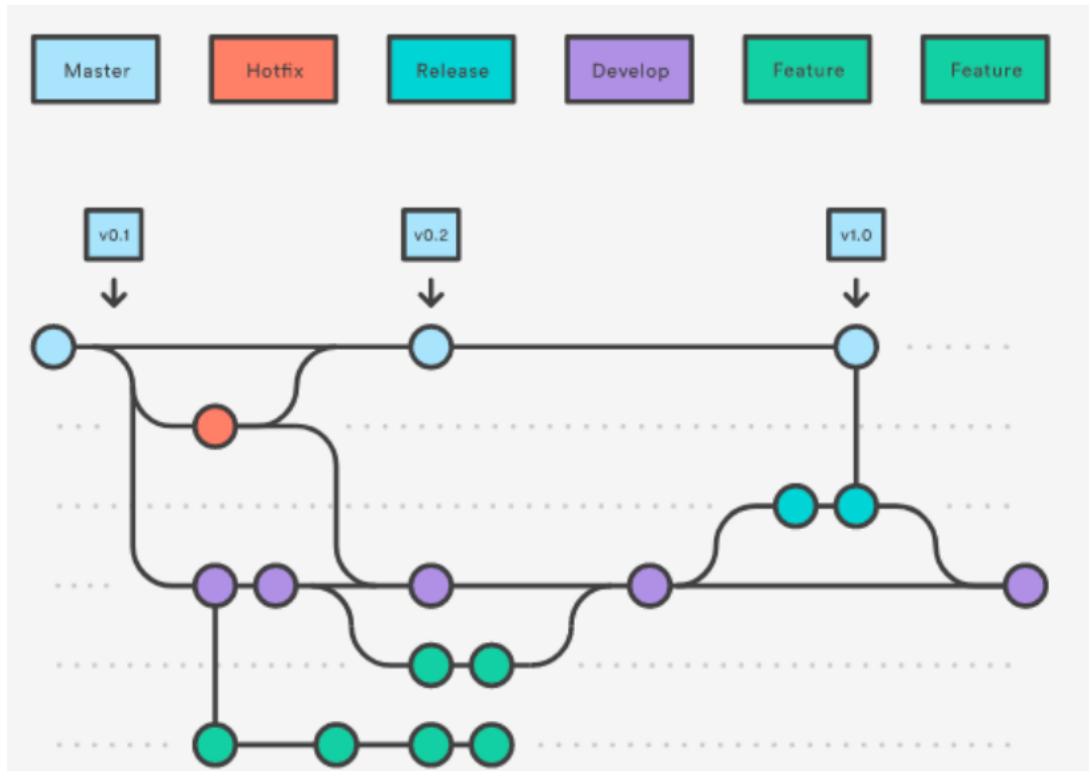


Figura 6 – Fluxo de trabalho do Gitflow

Fonte: (ATLASSIAN, 2023).

O GitHub é uma plataforma online de código aberto que permite hospedar projetos gratuitamente, com repositórios públicos e privados de forma ilimitada. Além disso, oferece uma série de funcionalidades que auxiliam na revisão e no gerenciamento de projetos (GITHUB, 2023). Por sua vez, o *GitHub Actions* é utilizado para automatizar, personalizar e executar fluxos de trabalho de desenvolvimento em **CI** e **CD** diretamente em projetos hospedados em repositórios do *GitHub*. O **CI**, que utiliza o *GitHub Actions*, oferece fluxos de trabalho que podem ser configurados quando ocorre um evento no *GitHub*, como o envio de novo código para o repositório. Dessa forma, ele pode executar os testes da aplicação. Já o **CD** refere-se ao lançamento automático das mudanças do repositório para a produção, o qual pode ser configurado através da mesclagem com a *branch* principal, por exemplo. O fluxo de trabalho utilizando os conceitos de **CI/CD** pode ser visualizado na Figura 7.

2.2.4 Heroku

Heroku é uma **Platform as a Service (Paas)** em nuvem baseada em contêineres, que oferece serviços de hospedagem de aplicações. É amplamente utilizado para implantar, ge-

reenciar e dimensionar aplicativos. Com sua flexibilidade e facilidade de uso, o *Heroku* oferece aos desenvolvedores uma maneira simples de colocar seus aplicativos em produção. Uma das principais vantagens do *Heroku* é que ele é totalmente gerenciado, permitindo que os desenvolvedores se concentrem em seus produtos sem se preocupar com a manutenção de servidores, hardware ou infraestrutura. Além disso, o *Heroku* fornece serviços, ferramentas e fluxos de trabalho projetados para aumentar a produtividade do desenvolvedor (HEROKU, 2023).

Os desenvolvedores podem implantar suas aplicações diretamente de ferramentas populares como o *GitHub* [subseção 2.2.3](#) ou sistemas de CI.

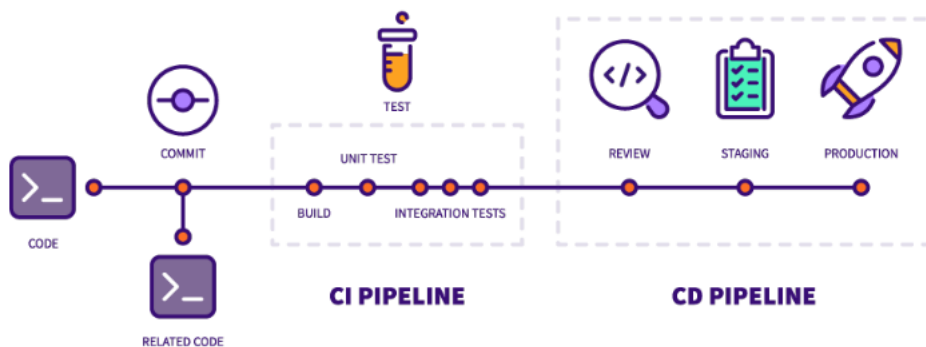


Figura 7 – Imagem do fluxo de trabalho de um projeto utilizando CI/CD.

Fonte: (GITLAB, 2023).

2.3 Tecnologias do lado cliente

O lado do cliente, também conhecido como *front-end*, é responsável pela interface visual de uma aplicação, possibilitando a interação entre o usuário e o sistema. É nessa parte que os elementos visuais, como *layouts*, botões, formulários e outros elementos interativos, são desenvolvidos. Além disso, o lado do cliente também é responsável por enviar requisições ao lado do servidor e exibir os resultados obtidos. Nesta seção, serão abordadas algumas tecnologias de desenvolvimento de aplicações utilizadas no lado do cliente, com foco na criação de interfaces visuais e na interação com o usuário.

2.3.1 Angular

Angular é um *Framework* para desenvolvimento web amplamente utilizado, criado e mantido pelo Google. Ele oferece uma abordagem baseada em componentes para o desenvolvimento de aplicativos web modernos e escaláveis. Segue o padrão [Model-View-Controller \(MVC\)](#), mas com uma abordagem mais modular e orientada a componentes. Os componentes são os blocos de construção fundamentais do Angular, permitindo a criação de interfaces de usuário reutilizáveis e responsivas (ANDREI, 2023).

2.3.2 Progressive Web App

Progressive Web App (PWA) é um modelo de aplicação web que oferece tecnologias que proporcionam uma experiência de uso muito próxima à oferecida pelos aplicativos móveis. Uma das principais vantagens do PWA é que não é necessário instalar a aplicação nos dispositivos, pois as aplicações são leves e sua construção é relativamente simples quando o sistema web segue os padrões necessários para ser um PWA. As características de um PWA incluem progressividade, responsividade, independência de conectividade, semelhança com aplicativos nativos, atualização automática, segurança por meio do uso de *Hyper Text Transfer Protocol Secure (HTTPS)*, descobrimento, imersão ao utilizar recursos que permitem o engajamento do usuário, simulação do estado de aplicativo instalado por meio de um ícone na área de aplicativos dos dispositivos e acesso e compartilhamento através de links (ANTUNES, 2023).

Por trás do conceito de PWA, existem algumas tecnologias web, como *Service Worker*, *Cache Application Programming Interface (API)* e *Web App Manifest*. O *Service Worker* desempenha um papel fundamental na tecnologia PWA, pois intercepta as requisições da aplicação e armazena os resultados no lado do cliente, permitindo um acesso extremamente rápido aos dados e viabilizando o funcionamento offline da aplicação. O *Cache API* é uma forma de armazenar localmente as requisições feitas, e o *Web App Manifest* é um documento que tem como objetivo padronizar as aplicações web (ANTUNES, 2023).

2.4 Tecnologias do lado servidor

O lado do servidor, também conhecido como *back-end*, é responsável por receber requisições e executar processamentos relacionados diretamente às regras de negócio, como armazenar dados, obter informações, realizar cálculos, definir rotas, agendamentos e outras funcionalidades. O lado do servidor está intimamente ligado ao lado do cliente, que solicita informações a ele e aguarda o processamento dessas requisições.

O lado do servidor deve retornar o resultado dessas solicitações para o cliente que as requisitou. Nesta seção, serão abordadas as tecnologias de desenvolvimento de aplicações utilizadas no lado do servidor.

2.4.1 Docker

O Docker é uma plataforma de virtualização de contêineres que possibilita o empacotamento e a execução de aplicativos de forma isolada, garantindo sua portabilidade e escalabilidade. Ao contrário da virtualização tradicional, em que cada máquina virtual possui seu próprio sistema operacional completo, o Docker utiliza os recursos do sistema operacional hospedeiro, compartilhando o *kernel* e outros componentes [Figura 8](#). Isso torna os contêineres mais leves,

rápidos e eficientes, permitindo uma melhor utilização dos recursos do servidor. Com o Docker, é possível criar, implantar e gerenciar aplicativos de maneira simples e consistente, independentemente do ambiente de execução. O uso de imagens Docker, que são modelos pré-configurados para a criação de contêineres, garante a consistência do ambiente em diferentes etapas, como desenvolvimento, teste e produção. Além disso, o Docker facilita o (CI/CD), permitindo que os desenvolvedores criem pipelines automatizados para construir, testar e implantar aplicativos de forma rápida e confiável (HOSTINGER, 2023).

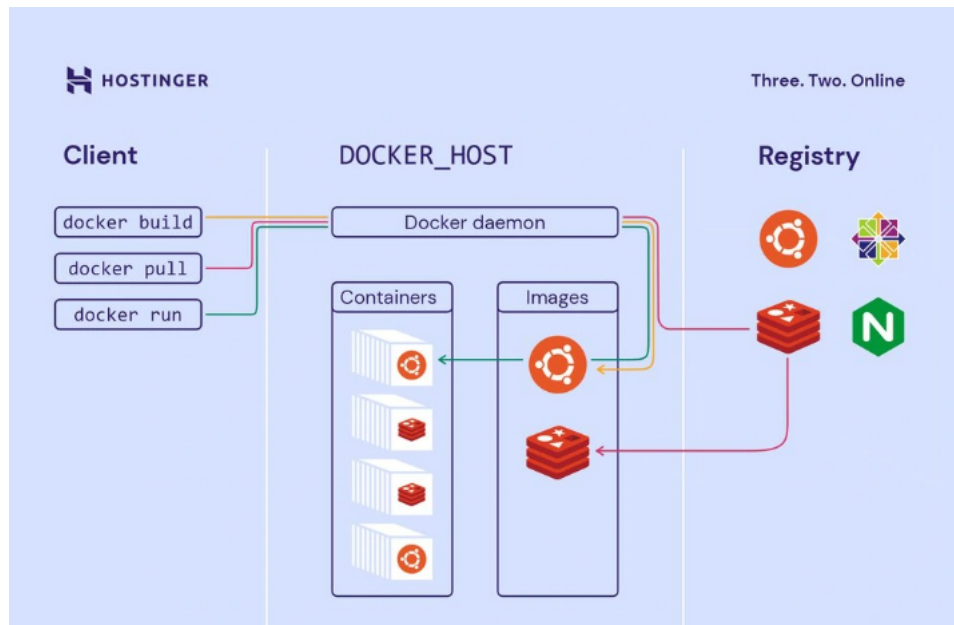


Figura 8 – Como docker funciona

Fonte: (HOSTINGER, 2023).

2.4.2 SpringBoot

O SpringBoot é um *framework* Java que simplifica o desenvolvimento de aplicativos, oferecendo configurações padrão e integração com o ecossistema do *Spring*. Sua abordagem de "opinião sobre configuração" permite um desenvolvimento ágil e rápido lançamento de aplicativos. O *SpringBoot* oferece recursos como injeção de dependência, persistência de dados e segurança, facilitando a construção de aplicativos escaláveis e modulares. Com suporte a diferentes opções de implantação, incluindo um servidor web embutido, o *SpringBoot* torna a implantação e execução de aplicativos simples e rápidas. É uma ferramenta poderosa para desenvolvedores Java, proporcionando eficiência e escalabilidade no processo de desenvolvimento de aplicativos (SPRINGBOOT, 2023).

2.4.3 PostgreSQL

O PostgreSQL é um [Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados \(SGBD\)](#) de código aberto e gratuito, com mais de 30 anos de desenvolvimento ativo. Além de controlar o armazenamento de dados, ele gerencia o acesso, oferece compatibilidade com a linguagem [Structured Query Language \(SQL\)](#) e possui suporte às propriedades de transação [Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade \(ACID\)](#). Compatível com diversos sistemas operacionais, o PostgreSQL permite replicação de servidores, gerenciamento de múltiplas conexões e suporte nativo a [Secure Sockets Layer \(SSL\)](#). Destaca-se pela eficiência e confiabilidade no manuseio de grandes volumes de dados. Como um [SGBD](#) objeto-relacional, o PostgreSQL oferece recursos essenciais para garantir a integridade dos dados e proporcionar segurança nas comunicações em rede (POSTGRESQL, 2023).

2.4.4 Twilio

O Twilio é uma plataforma de comunicação em nuvem que oferece serviços para desenvolvedores integrarem recursos de comunicação em seus aplicativos. Com [API](#) simples, é possível enviar e receber mensagens [Short Message Service \(SMS\)](#), fazer e receber chamadas, realizar videochamadas. Sua flexibilidade e facilidade de uso permitem a integração em diferentes aplicativos, suportando diversas linguagens de programação. Com o Twilio, empresas podem automatizar processos de comunicação, como envio de notificações e confirmações de pedidos, melhorando a experiência do cliente e a eficiência operacional. Sua integração perfeita com outros sistemas e escalabilidade tornam o Twilio uma escolha popular em várias indústrias, como atendimento ao cliente, serviços financeiros, saúde e marketing (TWILIO, 2023).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

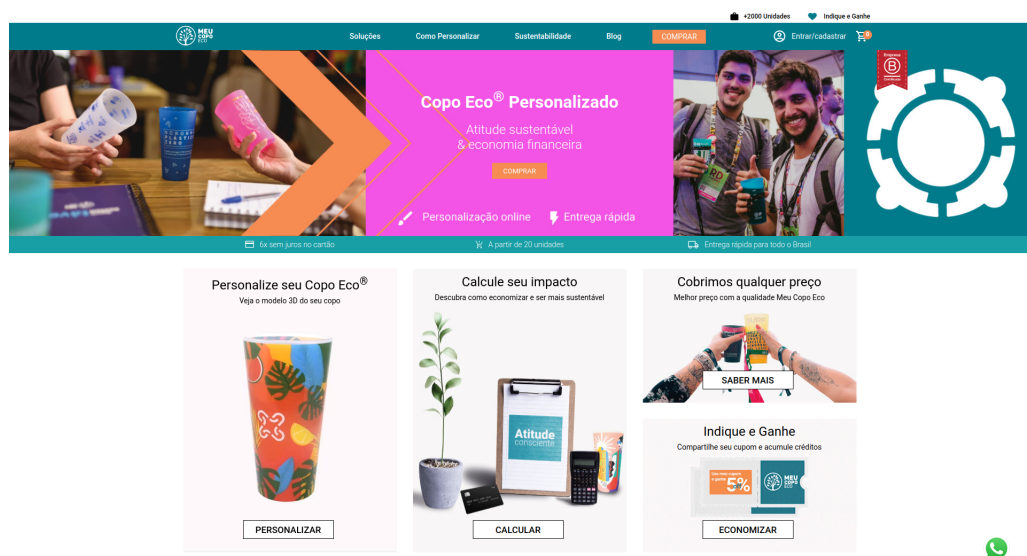
Atualmente, no Brasil e no mundo existem muitos aplicativos instrutivos sobre a coleta de lixo reciclável, entretanto, há poucas opções sobre o contato do coletor do material reciclável e o produtor. A seguir, são apresentados alguns sistemas disponíveis no mercado que possuem propósito similar ao objetivo dessa proposta.

3.1 ReciclaBR

Com o ReciclaBR é possível encontrar pontos de coleta seletiva próximos a sua localização, incluindo cooperativas, pontos de entrega voluntária e postos de coleta de empresas. A empresa também tem o foco em comercialização de todos os tipos de materiais recicláveis. Além disso, o aplicativo também fornece informações sobre como separar corretamente os resíduos e como fazer o descarte de materiais específicos, como pilhas e baterias (RECICLABR, 2023).

3.2 Meu Copo Eco

Meu Copo Eco é a primeira empresa no Brasil a pensar em uma solução para diminuição do uso de copos descartáveis, assim criando uma plataforma onde é possível comprar seu copo reutilizável personalizado, o aplicativo também incentiva a coleta de copos plásticos descartáveis em empresas e eventos. A cada copo coletado o usuário acumula pontos que podem ser trocados por prêmios ou doados para instituições de caridade, desde a criação da empresa foram 145 toneladas de lixo não gerados (ECO, 2023).



Conheça melhor a Meu Copo Eco

Figura 9 – Tela inicial Meu Copo Eco
Fonte: Eco (2023).

3.3 Cataki

Em território nacional, o que se destaca é o **Aplicativo (APP)** “Cataki”¹, produzido pela **Organização não-governamental (ONG)** “Pimp my carroça”, um ótimo auxiliador do catador, segundo dados do próprio site da organização o objetivo principal é trazer visibilidade e consequentemente aumentar o ganho financeiro dos catadores de materiais recicláveis por meio de arte, sensibilização, tecnologias e trabalhos coletivos. O **APP** desenvolvido pela **ONG** auxilia no contato entre o produtor de materiais e o coletor, notificando pontos de coletas, horários e tipos de materiais a serem coletados.

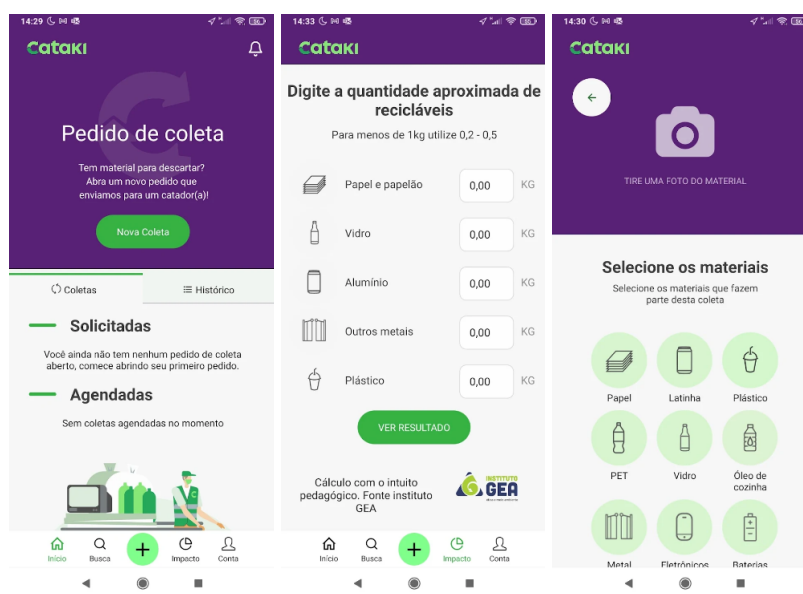


Figura 10 – Telas App Cataki

Fonte: CARROÇA (2023).

3.4 iRecycle

Nos Estados Unidos o que mais se destacou foi o aplicativo "iRecycle", produzido pela **ONG** "Earth911"² tem como missão aumentar as taxas de reciclagem dos Estados Unidos, ajudando você a classificar e a reutilizar os materiais recicláveis. O aplicativo iRecycle dá dicas de quais materiais pode reciclar e procurar onde levar. A iRecycle fornece conexões de localização, telefone e site para mais de 110.000 programas de reciclagem em mais de 250.000 locais nos Estados Unidos EARTH911 (2023).

¹ Disponível em <https://pimpmycarroca.com/>

² Disponível em <https://earth911.com/>

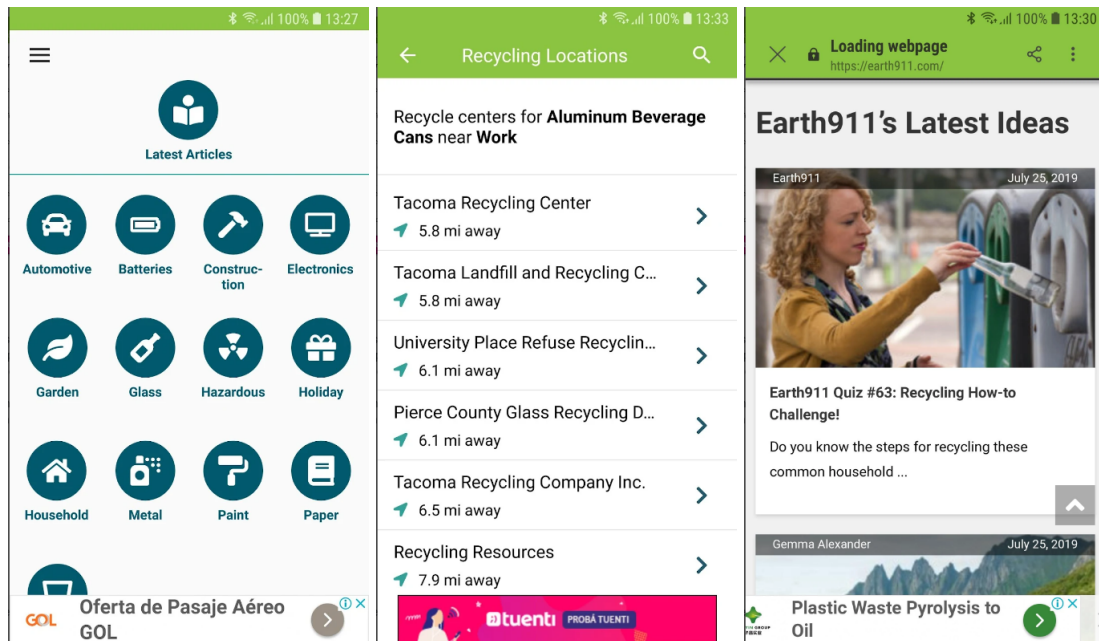


Figura 11 – Telas App iRecycle
Fonte: EARTH911 (2023).

3.5 Estudo Comparativo

Com base na análise apresentada na [Seção 3](#), os aplicativos têm em comum o objetivo de aumentar a reciclagem no Brasil e no mundo. No entanto, o aplicativo Cataki se destaca ao considerar a qualidade de vida do catador como um dos principais objetivos, facilitando a coleta por meio de agendamentos e recebimentos de doações.

O aplicativo proposto é uma união entre as qualidades do Cataki sendo as solicitações de coleta, agendamentos, dicas e doações com novas funcionalidades como incentivo interno entre catadores por meio de gamificação, coletas mais automatizadas com ou sem agendamentos, troca de produtos através de parcerias e criação de rota para uma melhor logística.

A [Tabela 1](#) faz um comparativo entre os sistemas abordados, visando evidenciar as principais diferenças entre os referidos sistemas.

Tabela 1 – Estudo comparativo

Funções	ReciclaBR	MeuCopoEco	Cataki	iRecycle	EcoColeta
1. Localização de pontos de coleta					
2. Dicas de reciclagem					
3. Doações de objetos					
4. Doações de dinheiro					
5. Troca de pontos por produtos					
6. Coleta agendada					
7. Coleta mais automatizada					
8. Mobile					

Fonte: Autoria própria (2023).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento de sistemas requer organização e escolha adequada de ferramentas para garantir o sucesso do projeto. Neste sentido, é fundamental adotar uma metodologia que auxilie na organização dos processos e atividades, visando atender aos requisitos e entregar resultados satisfatórios.

Para este projeto, que será desenvolvido individualmente com o apoio de professores, a metodologia incremental do Scrum será utilizada como base [subseção 2.1.1](#). O Professor orientador assumirá o papel de *Scrum Master* e *Product Owner*, enquanto o aluno desempenhará o papel de *Developer*.

O desenvolvimento das atividades seguirá a abordagem de *Sprints*, que são ciclos de trabalho definidos, e será acompanhado por meio do quadro Trello [subseção 2.2.1](#). Essa ferramenta proporcionará uma visão geral do projeto e seus requisitos, permitindo um acompanhamento efetivo do progresso das atividades.

Para manter um padrão na definição das Histórias de Usuário, foi utilizado o template COMO...QUERO...PARA e definido números de [IDs](#) para cada História de Usuário, utilizando a extensão *Card Numbers by Reenhanced*, a fim de facilitar a identificação e referência no texto. Também, foi adicionado prioridade as Histórias com a *Card Priority by Screenful*, sendo definido prioridades de 1 a 5, em que 1 tem o maior prioridade e 5 a menor prioridade. A duração para a entrega de uma *Sprint* foi definida com período de duas semanas, o *Developer* deste projeto terá em média de 2 horas por dia para trabalhar nesse projeto, que foram aplicados nos 5 dias da semana, caracterizando 10 horas semanais de desenvolvimento.

Para a organização e gerenciamento das Histórias do *Backlog* foi separada em colunas nomeadas como *Backlog Reciclador*, *Backlog Catador*, *Backlog Empresa*, *Backlog Admin*, *Tasks*, *To Do*, *In Progress*, *Review*, *Done* e podem ser visualizadas na [Figura 3](#), sendo:

- **Product Backlog reciclador, catador, empresa e admin:** são Histórias de Usuário que devem ser implementadas;
- **Tasks:** são tarefas com funcionalidades que não estão ligadas diretamente a uma requisição de usuário;
- **To Do:** são as Histórias da *Sprint* corrente;
- **In Progress:** são Histórias que estão sendo desenvolvidas no momento;
- **Review:** são Histórias que estão aguardando revisão para conclusão;
- **Done:** são Histórias que já foram revisadas e então concluídas na *Sprint* atual;

Na prática, a movimentação dos *cards* é dada do *Product Backlog* ao *To Do*, em seguida para *In Progress* assim iniciando a *Sprint* corrente. Quando a tarefa for finalizada, ela é movida para *Review*. Por fim, se a tarefa for aprovada, ela é movida para a coluna *Done*.

Para a construção da aplicação, será utilizado o *Docker* [subseção 2.4.1](#), que facilitará o desenvolvimento, a manutenção e as futuras atualizações. A aplicação será dividida em contêineres, incluindo:

- **Contêiner WEB-BACK:** responsável por executar o servidor com a linguagem Java, utilizando o *framework Spring Boot* [subseção 2.4.2](#). Aqui estarão concentrados o código da aplicação, as regras de negócio e as tecnologias do lado do servidor, como o *Twilio* [subseção 2.4.4](#) e outras ferramentas futuras.
- **Contêiner WEB-FRONT:** responsável por executar a *framework Angular* [subseção 2.3.1](#). Aqui estarão concentrados o código para a *view* do APP.
- **Contêiner BD:** responsável por executar o banco de dados *PostgreSQL* [subseção 2.4.3](#), onde serão armazenados todos os dados da aplicação gerados pelos usuários. Separar o banco em um contêiner isolado traz benefícios em termos de desempenho, segurança, facilidade de manutenção e backup.
- **Contêiner TEST:** irá conter uma imagem do *framework* de testes de sistema *Selenium* [subseção 2.2.2](#). Ao iniciar o contêiner, todos os testes escritos serão executados para validar a aplicação.

Além disso, o *Angular* será utilizado para desenvolver a aplicação seguindo o modelo *PWA* [subseção 2.3.2](#), permitindo versões do sistema para web e dispositivos móveis sem duplicação de código. Isso proporcionará maior portabilidade e escalabilidade do aplicativo.

Dessa forma, a adoção dessas tecnologias e metodologias contribuirá para a organização e o sucesso do projeto, permitindo uma abordagem iterativa, um acompanhamento efetivo do progresso das atividades e a criação de uma aplicação moderna e eficiente.

5 ANALISE E PROJETO DO SISTEMA

Atualmente, a aplicação apresentada nesse trabalho possui as características de um [PWA](#), tendo como objetivo principal a solicitação de coletas de lixo reciclável por usuários do aplicativo, em ambientes internos ou externos, o catador pode ser de escolha do morador ou de forma automática.

Dentro da aplicação o usuário poderá informar a localização do lixo reciclável, em ambientes domésticos ou outros, haverá a opção de avaliação dos serviços realizados pelos catadores, a localização poderá ser visualizada em mapas ou textos, será promovido aos catadores gamificações e pontuações, acarretando em trocas de pontos por produtos oferecidos pela prefeitura ou empresas parceiras. Será possibilitado a emissão de relatórios informativos a prefeitura da cidade, serão disponibilizados avisos e informações complementares educacionais a população sobre a reciclagem.

As características do sistema proposto são detalhadas na [subseção 1.1.2](#).

Este capítulo apresenta a análise necessária para que haja um melhor entendimento de como irá ocorrer o desenvolvimento do sistema, utilizando as tecnologias e conceitos abordados no [Capítulo 4](#).

5.1 Escopo do sistema

Para dar início ao desenvolvimento do projeto a primeira *Sprint* definida compõe as histórias do *Backlog Reciclador* de [IDs](#) 14 e 17, podendo ser visualizada na [Tabela 2](#), também considerando que no início do desenvolvimento será destinadas algumas horas para instalação e configurações de ferramentas do ambiente de desenvolvimento.

Tabela 2 – Histórias de Usuário

ID	Prioridade	Descrição historias
17	1	COMO separador QUERO solicitar uma coleta interna ou externa PARA o catador efetuá-la
14	1	COMO separador QUERO solicitar um agendamento PARA o catador efetuar a coleta no dia agendado
18	1	COMO catador QUERO visualizar em texto e mapa a localizações das coletas disponíveis PARA escolher a mais fácil no momento
19	1	COMO catador QUERO práticas de engajamento como gamificações, pontuações, etc.
23	1	COMO empresa QUERO pagina de cadastro e edição PARA cadastro de catadores, usuários e desativa-los quando necessário
22	1	COMO admin QUERO pagina de cadastros PARA cadastro de cidades, prefeituras, empresas, etc
20	2	COMO catador QUERO pagina de pontuação adquirida PARA troca de produtos
25	2	COMO catador QUERO ranking PARA ter uma competição entre os demais catadores
24	2	COMO empresa QUERO cadastrar produtos e preços PARA disponibiliza-los para a troca
15	3	COMO separador QUERO notificações PARA recebimento de dicas de reciclagem
21	3	COMO empresa QUERO pagina de relatórios PARA quantidade de catadores, coletas, etc
16	4	COMO separador QUERO avaliar os serviços dos catadores

Fonte: Autoria própria (2023).

5.2 Modelagem do sistema

Nesta seção será apresentado a modelagem e o protótipo gerados para a elaboração do projeto.

5.2.1 Modelagem do Banco de Dados

O sistema gerenciador de banco de dados definido para o desenvolvimento da aplicação foi o *PostgreSQL*, descrito no [Capítulo 4](#). Para representar o banco de dados foi criado o diagrama de modelagem de dados ¹ com os atributos e relacionamentos das principais entidades que o sistema possui, como pode ser analisado na [Figura 12](#). O modelo apresentado corresponde a um protótipo das tabelas que serão implementadas no sistema, com os relacionamentos, e as colunas com seus respectivos tipos.

¹ O modelo completo do banco de dados pode ser encontrado [clikando aqui](#)

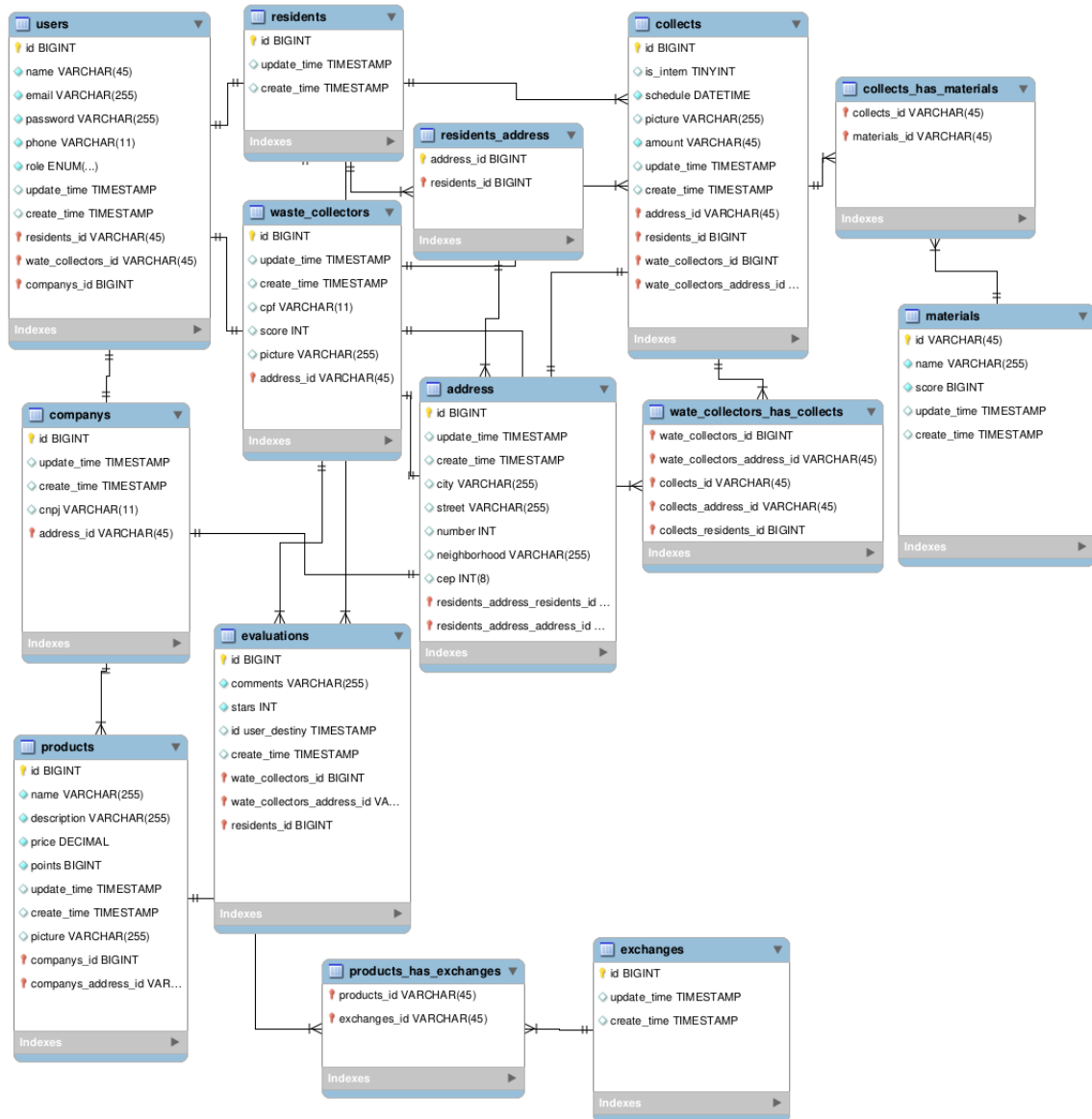


Figura 12 – Imagem da modelagem do banco de dados da aplicação EcoColeta.

Fonte: Autoria própria (2023).

No diagrama, pode-se visualizar a existência da tabela chamada *users*, que é responsável por conter os dados de usuário genérico, como nome, número de telefone, e-mail, senha e *role*. Como o sistema possui quatro tipos de usuários foi criada uma tabela específica como *residents* para os dados de um morador onde terá ligação com a tabela de *address* podendo ter mais de um endereço, a tabela de endereços contém cidade, estado, rua, número e CEP. A tabela *waste-collector* tem os dados de um catador como CPF, foto e seus pontos, tem um relacionamento com a tabela *address* podendo ter somente um endereço. A tabela *company* seria para uma empresa ou prefeitura tendo dados como CNPJ, tem ligação com a tabela *products* para cadastramento dos produtos para trocas de pontos, tendo os dados como nome, preço, pontos e descrição. A tabela *products* tem uma ligação "n.n" com a tabela *exchanges* para ter a funcionalidade das trocas dos produtos e registro.

Para a funcionalidade das coletas realizadas tem a tabela *collects* onde haverá a relação "1.n" com a tabela de moradores e relacionamento "1.n" com a tabela de catadores com os dados de tipo da coleta, data, foto e quantidade, também a tabela *waste-collectors-has-collects* "n.n" onde ficara os catadores disponíveis para a coleta. Para apresentar a quantidade e tipo de materiais vai ter em uma coleta é utilizado a tabela *materials* que tem relação "n.n" para coleta assim podendo ter vários tipos de materiais na mesma coleta com os dados nome e pontos.

Para ter a avaliação dos catadores é utilizada a tabela *evaluations* que contem os dados comentários e quantidade de estrelas, tendo relação com tabela de *waste-collector*, *residents* e *company*.

5.2.2 Modelagem das telas

O processo de prototipação das telas Login e Home foi realizado como *wireframe* de forma breve é apresentado as telas de login, *home*, e perfil de usuário.

A primeira representada na [Figura 13](#), dispõe as informações de e-mail e senha para realização de login no sistema, também tem *links* "esqueci a senha" que direcionará para uma página de recuperação e "cadastrar" para realizar o cadastro de um novo usuário do sistema.

LOGO

Login

Email:

example@example.com

Senha:

Login

[Esqueci a senha?](#)

Usuario novo?

Cadastrar

Figura 13 – Wireframe tela login EcoColeta.

Fonte: Autoria própria (2023).

A segunda representa tela Home onde o usuário pode solicitar uma nova coleta, verificar o histórico e coletas em realização, também *links* para páginas de busca de lugares ou catadores e seu perfil de usuário.



Figura 14 – Wireframe tela principal EcoColeta.

Fonte: Autoria própria (2023).

A terceira tela "perfil de usuário" é para apresentação dos dados de usuário e edição dos mesmos, também contém informações sobre o projeto e opções de *logout*



Figura 15 – Wireframe tela perfil EcoColeta.

Fonte: Autoria própria (2023).

As telas apresentadas acima são apenas protótipos iniciais, até a realização da aplicação terá um aumento da quantidade de telas devido as funções detalhadas apresentadas no projeto.

6 CONCLUSÃO

Podemos concluir que o descarte incorreto de resíduos tem impactos negativos tanto no meio ambiente quanto na sociedade. No caso específico do município de Guarapuava - PR, a quantidade de lixo produzida aumentou devido ao crescimento populacional e à falta de conscientização da população em relação à separação adequada dos resíduos. Isso resultou em um aumento nos custos de descarte e nos impactos ambientais na região.

A implementação de lixeiras coletivas na forma de contêiner foi uma solução adotada para simplificar e incentivar a coleta seletiva. Essa abordagem tem vantagens, como a otimização do tempo de coleta e a redução da poluição visual nas residências. No entanto, também apresenta desafios, como o custo elevado de compra e manutenção dos contêiner, a ocupação de espaço nas calçadas e os problemas de acessibilidade.

Uma solução proposta para tornar a coleta seletiva mais eficiente é o desenvolvimento de um aplicativo conectado à internet que permita a comunicação entre os moradores e os catadores. Esse aplicativo facilitaria a programação da coleta de resíduos recicláveis, permitindo que os moradores informassem quando têm uma quantidade suficiente de lixo para ser coletada. Além disso, o aplicativo poderia fornecer informações sobre os dias e horários da coleta seletiva municipal e dicas visuais para facilitar a identificação do lixo a ser coletado.

Essa solução tecnológica beneficiaria tanto os moradores, que teriam a certeza de que seu esforço em separar o lixo reciclável seria efetivo, quanto os catadores autônomos, que poderiam otimizar suas rotas de coleta e melhorar sua eficiência no trabalho. No geral, essa abordagem visa aumentar a adesão à política de reciclagem, reduzir o volume de lixo destinado aos aterros sanitários e melhorar a eficiência do processo de coleta de resíduos recicláveis.

É importante ressaltar que, independentemente das soluções implementadas, a conscientização e a informação sobre o descarte correto do lixo são essenciais. Mesmo com recursos disponibilizados para a separação adequada, ainda pode haver moradores que agem de forma desinformada ou mal intencionada misturando os resíduos recicláveis com os orgânicos ou descartando-os de forma inadequada. Portanto, é necessário um meio de identificar os moradores interessados em participar do processo de reciclagem e garantir que o lixo gerado por eles tenha o destino adequado.

Em resumo, o desenvolvimento de um aplicativo para comunicação entre moradores e catadores autônomos pode contribuir para uma coleta seletiva mais eficiente e sustentável. No entanto, é fundamental promover a conscientização e a participação ativa da comunidade para alcançar resultados positivos a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. M. de; FERREIRA, J. A. **A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil Frente às Questões da Globalização**. [S./], 2011. 16 p. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/118>. Acesso em: 22 de Abril de 2023.
- ANDREI. **O Que é Angular? Guia para Iniciantes**. [S./], 2023. 1 p. Disponível em: <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-angular>. Acesso em: 28 de Abril de 2023.
- ANTUNES, D. **O Que é Angular? Guia para Iniciantes**. [S./], 2023. 1 p. Disponível em: <https://www.gobacklog.com/blog/progressive-web-apps/>. Acesso em: 15 de Junho de 2023.
- ARTIA. **Kanban, guia completo para entender o sistema de gestão visual**. [S./], 2023. 1 p. Disponível em: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-PortugueseBR-3.0.pdf>. Acesso em: 28 de Abril de 2023.
- ATLASSIAN. [S./], 2023. Disponível em: <https://www.atlassian.com/br/git/tutorials/comparing-workflows/gitflow-workflow>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.
- BRONOSKI, B.; MENDES, U. **Aterro sanitário de Guarapuava tem apenas mais quatro anos de vida útil**. [S./], 2017. 1 p. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/6094042/>. Acesso em: 27 de Abril de 2023.
- CARROÇA, P. M. **Sistema de Reciclagem**. [S./], 2023. 1 p. Disponível em: <https://pimpmycarroca.com/>. Acesso em: 27 de Abril de 2023.
- DEVMEDIA. **Test Driven Development: TDD Simples e Prático**. [S./], 2023. 1 p. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/test-driven-development-tdd-simples-e-pratico/18533>. Acesso em: 15 de Junho de 2023.
- EARTH911. **iRecycle App**. [S./], 2023. 1 p. Disponível em: <https://earth911.com/irecycle/>. Acesso em: 18 de Maio de 2023.
- ECO, M. C. **Nossa missão é substituir o descartável e criar uma nova cultura de consumo acessível a todos**. [S./], 2023. 1 p. Disponível em: <https://www.meucopoeco.com.br/site/sustentabilidade-meu-copo-eco>. Acesso em: 27 de Abril de 2023.
- GIT. [S./], 2023. Disponível em: <https://git-scm.com/about>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.
- GITHUB. [S./], 2023. Disponível em: <https://git-scm.com/about>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.
- GITLAB. [S./], 2023. Disponível em: <https://about.gitlab.com/>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.
- GUARAPUAVA, S. D. M. A. P. de. **Secretaria De Meio Ambiente De Guarapuava Amplia Coleta Seletiva De Lixo**. [S./], 2023. 1 p. Disponível em: <https://www.guarapuava.pr.gov.br/noticias/secretaria-de-meio-ambiente-de-guarapuava-amplia-coleta-seletiva-de-lixo/>. Acesso em: 27 de Abril de 2023.
- HEROKU. **Deploy and run apps on today's most innovative Platform as a Service**. [S./], 2023. Disponível em: <https://www.heroku.com/platform>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.
- HOSTINGER. **O Que é Docker e Como Ele Funciona?** [S./], 2023. Disponível em: <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-docker>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.

JUNIOR, A. B. de C. *et al.* **Catadores de materiais recicláveis: análise das condições de trabalho e infraestrutura operacional no Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil.** [S.l.], 2013. 10 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/RDFvSTprvh8CBzXrsZNRpQN/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 de Abril de 2023.

MINDMASTER. **Scrum: A Metodologia Ágil Explicada de forma Definitiva.** [S.l.], 2023. 1 p. Disponível em: <https://mindmaster.com.br/scrum/>. Acesso em: 27 de Abril de 2023.

PIRES, A. [S.l.], 2023.

PIRES, A. **Exemplo das lixeiras coletivas na forma de contêiner.** R. Vicente Machado, Dos Estados, Guarapuava - PR, Brasil, 85035-180, 2023.

PISANO, V.; DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. R. **Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil: perspectivas das redes de cooperativas de catadores.** [S.l.], 2022. 23 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/GrwgLFsQbf7dNSXB64GqVTg/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 de Abril de 2023.

POSTGRESQL. **What is PostgreSQL?** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.postgresql.org/about/>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.

RECICLABR. **Empresa De Transporte, Beneficiamento E Descarte De Resíduos.** [S.l.], 2023. 1 p. Disponível em: <https://reciclabr.com.br/>. Acesso em: 27 de Abril de 2023.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **O Guia do Scrum.** [S.l.], 2020. 16 p. Disponível em: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-PortugueseBR-3.0.pdf>. Acesso em: 27 de Abril de 2023.

SELENIUM. **O Projeto Selenium de Automação de Navegadores.** [S.l.], 2023. 1 p. Disponível em: <https://www.selenium.dev/pt-br/documentation/>. Acesso em: 19 de Maio de 2023.

SOUZA, M. T. S. de; PAULA, M. B. de; PINTO, H. de S. **O Papel Das Cooperativas de Reciclagem Nos Canais Reversos Pós-Consumo.** [S.l.], 2011. 17 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/ryBnGwKxMFymv3YrVwffTdp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 de Abril de 2023.

SPRINGBOOT. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://spring.io/projects/spring-boot>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.

TRELLO. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://trello.com/>. Acesso em: 15 de Junho de 2023.

TWILIO. **Why Twilio Proven leader in personalized customer engagement.** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.twilio.com/en-us/why-twilio>. Acesso em: 16 de Junho de 2023.