



CENTRO UNIVERSITÁRIO - CATÓLICA DE SANTA CATARINA EM JOINVILLE  
ENGENHARIA DE SOFTWARE

## **Lixeira Inteligente: Uma Solução para a Coleta de Resíduos na Era da Tecnologia**

Professora: Andrei Carniel

Acadêmicos: Bruno Vinicius Lópes  
Fernanda Corrêa Borges

“Este trabalho acadêmico apresenta a Lixeira Inteligente, uma solução desenvolvida como parte do curso de Engenharia de Software na disciplina de Internet das Coisas (IoT), sob a orientação do Professor Andrei Carniel. O projeto tem como objetivo aprimorar a eficiência da coleta de resíduos por meio da integração de tecnologias IoT em lixeiras urbanas.”

## Sumário

Background .....	3
ESP32 .....	3
Python .....	3
MicroPython .....	3
Java .....	4
Angular .....	4
MySQL .....	4
Planejamento e Processo de Solução: .....	5
Métodos Utilizados para Elaborar a Solução .....	5
Prototipagem .....	5
Integração de Componentes .....	5
Testes e Ajustes Contínuos .....	5
Pesquisa e Referências .....	5
Método de Pesquisa Utilizado .....	6
Especificações .....	6
Componentes .....	6
Software .....	6
Ambiente .....	6
Diagramas .....	7
Fluxo de Tratamento de Dados - Coleta de Dados da Lixeira até o Banco de Dados .....	7
Processamento de Dados no Backend .....	8
Caso de Uso no Front-end .....	8
Trello .....	10

## Background

O presente capítulo visa estabelecer o contexto para todas as ferramentas que serão empregadas ao longo do processo de desenvolvimento da aplicação Lixeira Inteligente, abrangendo o sistema embarcado da lixeira em si, os serviços de backend e frontend do sistema web e sistema de gerenciamento de banco de dados. Um entendimento básico das entidades listadas abaixo é fundamental para compreender o sistema como um todo.

### ESP32

O ESP-32, ou Espressif System Platform 32, é um microcontrolador amplamente utilizado no desenvolvimento de projetos de IoT (Internet das Coisas) e sistemas embarcados. Ele é baseado no chip ESP32 da Espressif Systems e oferece uma combinação de conectividade Wi-Fi e Bluetooth, juntamente com um processador dual-core, memória flash e uma variedade de periféricos. O ESP-32 é amplamente elogiado por sua capacidade de lidar com tarefas complexas, baixo consumo de energia e suporte a uma ampla gama de protocolos de comunicação.

No projeto da Lixeira Inteligente, a escolha do ESP-32 como componente central foi orientada não apenas por seu custo-benefício em comparação com as alternativas, como o Arduino, mas também por possuir componentes capazes de acessar a internet embutidos, removendo a necessidade da compra de um componente extra para exercer apenas esta função. O ESP-32 desempenhará um papel crucial como o núcleo inteligente da lixeira, atuando como um "cérebro" responsável por enviar e receber sinais para todos os componentes e processar todas as ações realizadas pelo dispositivo.

### Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada de script, imperativa, orientada a objetos, funcional, de tipagem dinâmica e forte. Foi lançada por Guido van Rossum em 1991. Atualmente, possui um modelo de desenvolvimento comunitário, aberto e gerenciado pela organização sem fins lucrativos Python Software Foundation.

O Python foi escolhido como linguagem de programação da lixeira inteligente devido a ser uma poderosa e flexível ferramenta, sendo capaz de desempenhar tarefas tanto voltadas ao âmbito de sistemas embarcado, tais como controle de entrada e saída de dados de componentes eletrônicos, quanto na esfera de sistemas web, tais como requisições HTTP. Por mais que outras linguagens padrões de mercado como C++, C# ou Java também consigam chegar aos mesmos resultados, a facilidade do aprendizado e do desenvolvimento em Python foram mais atrativos que qualquer outro recurso que estas ferramentas pudessem entregar.

### MicroPython

MicroPython é uma implementação de software de uma linguagem de programação amplamente compatível com Python 3, escrita em C, que é otimizada para rodar em um microcontrolador.

No contexto da Lixeira Inteligente, o MicroPython se faz um firmware essencial para o desenvolvimento do software embarcado da lixeira inteligente, pois este possibilita o desenvolvimento em Python no microcontrolador ESP-32.

### Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida na década de 90 por uma equipe de programadores chefiada por James Gosling, na empresa Sun Microsystems, que em 2008 foi adquirida pela empresa Oracle Corporation.

O Java foi escolhido como linguagem de programação para o desenvolvimento do backend da aplicação web, devido a ser amplamente aceito pela indústria e à sua facilidade de implementação e manutenção. Nossa escolha recaiu na versão 17 do Java, uma vez que esta representa a mais recente versão LTS (Long-Term Support, ou Suporte de Longo Prazo em português), garantindo estabilidade e suporte contínuo. A linguagem Java será integralmente empregada no desenvolvimento do módulo backend responsável por gerenciar as APIs que a lixeira utilizará para transmitir dados, processar essas informações e efetuar seu armazenamento em um banco de dados SQL, após a devida formatação e tratamento.

### Angular

Angular é uma plataforma de aplicações web de código-fonte aberto e front-end baseado em TypeScript liderado pela Equipe Angular do Google e por uma comunidade de indivíduos e corporações. Angular é uma reescrita completa do AngularJS, feito pela mesma equipe que o construiu.

O Angular foi escolhido como framework do desenvolvimento do frontend da aplicação web devido a sua facilidade de implementação, sua vasta gama de bibliotecas, sua grande comunidade que fornece tutoriais para realizar as mais diversas soluções e por ser uma linguagem amplamente empregada no mercado sua funcionalidade se torna ainda mais validada.

Estaremos utilizando a versão 12 do Angular, pois existem algumas bibliotecas acessíveis nesta versão que ainda não foram atualizadas para as versões mais novas. Por mais que esta versão não seja mais uma LTS, não esperamos encontrar problemas em relação a utilizar métodos defasados.

### MySQL

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados, que utiliza a linguagem SQL como interface. É atualmente um dos sistemas de gerenciamento de bancos de dados mais populares da Oracle Corporation.

Optamos por utilizar o MySQL como sistema de gerenciamento de banco de dados da Lixeira Inteligente devido a uma série de fatores. Primeiramente por possuir uma grande escalabilidade, conforme o projeto criar forma e expandir, teremos a flexibilidade necessária para o expandir de acordo com o necessário. Segundamente, devido ao seu caráter de software open source (sistema de código aberto), não haverá gastos extras em

relação a licenças. Somando estas vantagens ao fato de possuir uma ampla aceitação no mercado, o MySQL se reforça como solução ideal.

## Planejamento e Processo de Solução:

O desenvolvimento da lixeira inteligente teve início como parte de um projeto acadêmico na faculdade. O projeto surgiu da necessidade de compreender os desafios abordados na disciplina de IoT (Internet das Coisas) e aplicar esses conceitos de forma prática. Para a escolha do tema, optamos por abordar a coleta de resíduos, visto que se relaciona diretamente com questões de sustentabilidade e praticidade no contexto urbano.

O processo de desenvolvimento da lixeira inteligente foi guiado por uma metodologia que incluiu a identificação de oportunidades de melhoria no processo de coleta de resíduos. Nesse sentido, definimos metas e objetivos claros para o projeto. Inicialmente, nosso foco foi entender como a integração de sensores ultrassônicos e servo motores poderia aprimorar a eficiência da coleta.

Nossa abordagem também incluiu a criação de protótipos incrementais, permitindo-nos testar a funcionalidade dos sensores e dos atuadores (servo motores). Essa abordagem iterativa nos permitirá aprimorar o projeto à medida que avançávamos, identificando possíveis desafios e refinando as soluções.

## Métodos Utilizados para Elaborar a Solução

O desenvolvimento da lixeira inteligente envolve a utilização de diversos métodos e abordagens para criar uma solução completa e funcional. Vamos descrever algumas dessas etapas:

### Prototipagem

Desenvolvimento do Software: O software desempenha um papel crucial no funcionamento da lixeira inteligente. O software está sendo ainda desenvolvido, ele será utilizado para coletar dados dos sensores, processá-los e transmiti-los para um servidor.

### Integração de Componentes

A integração de sensores ultrassônicos, servo motores e o microcontrolador ESP será uma etapa mais complexa

### Testes e Ajustes Contínuos

será feito a realização de testes abrangentes da lixeira e do software, identificando possíveis falhas e fazendo ajustes conforme necessário.

### Pesquisa e Referências

Durante todo o processo, recorreremos a pesquisas acadêmicas, artigos e referências técnicas para embasar nossas decisões de projeto e entender as melhores práticas em IoT e coleta de resíduos.

## Método de Pesquisa Utilizado

A pesquisa para identificar a necessidade de uma solução como a lixeira inteligente envolveu a identificação de lacunas (GAPS) no processo de coleta de resíduos.

Inicialmente, foi essencial entender as perguntas certas a serem feitas:

Como podemos tornar a coleta de lixo mais eficiente?

Como reduzir o desperdício de recursos e o impacto ambiental?

A partir dessas questões, foram definidos métodos de pesquisa que envolveram a análise de artigos científicos, a identificação de hot topics na área de gestão de resíduos e a pesquisa em fontes confiáveis.

## Especificações

### Componentes

A lixeira inteligente é composta por sensores ultrassônicos para medir o nível de enchimento, servo motores para automatizar a lixeira, um microcontrolador ESP para processar os dados, uma caixa resistente às intempéries para abrigar os componentes e uma compressa para proteger os eletrônicos contra a umidade.

### Software

O sistema inclui um software de gerenciamento que coleta, processa e armazena os dados em um banco de dados na nuvem. A comunicação entre o microcontrolador e o servidor web é realizada por meio de protocolos como HTTP.

### Ambiente

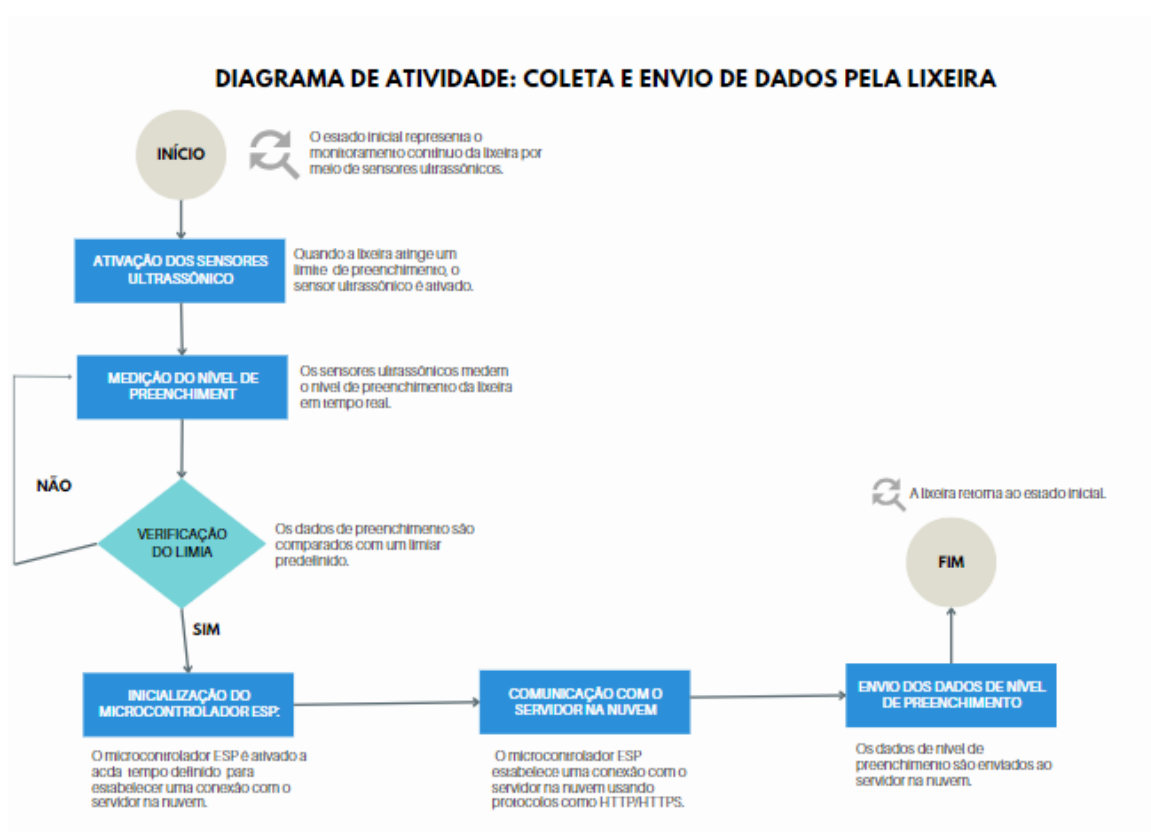
A lixeira inteligente pode ser usada tanto em ambientes internos quanto externos. Ela é adequada para aplicações domésticas e empresariais, oferecendo uma solução versátil para a gestão de resíduos.

A lixeira inteligente representa uma abordagem inovadora para a coleta de resíduos, tornando o processo mais eficiente, sustentável e conveniente. Com base em métodos de pesquisa sólidos e um planejamento cuidadoso, essa solução integra tecnologia, design e sustentabilidade para enfrentar os desafios da gestão de resíduos nas áreas urbanas, beneficiando indivíduos, empresas e serviços municipais de coleta de lixo.

## Diagramas

### Fluxo de Tratamento de Dados - Coleta de Dados da Lixeira até o Banco de Dados

Este diagrama descreve o fluxo de atividades desde a coleta de dados da lixeira até a postagem dos dados no banco de dados em tempo real. Ele ilustra como os sensores ultrassônicos monitoram a lixeira, a ativação dos sensores quando a lixeira atinge o limite de preenchimento e o envio dos dados para o servidor na nuvem, onde são processados e armazenados.



## Processamento de Dados no Backend

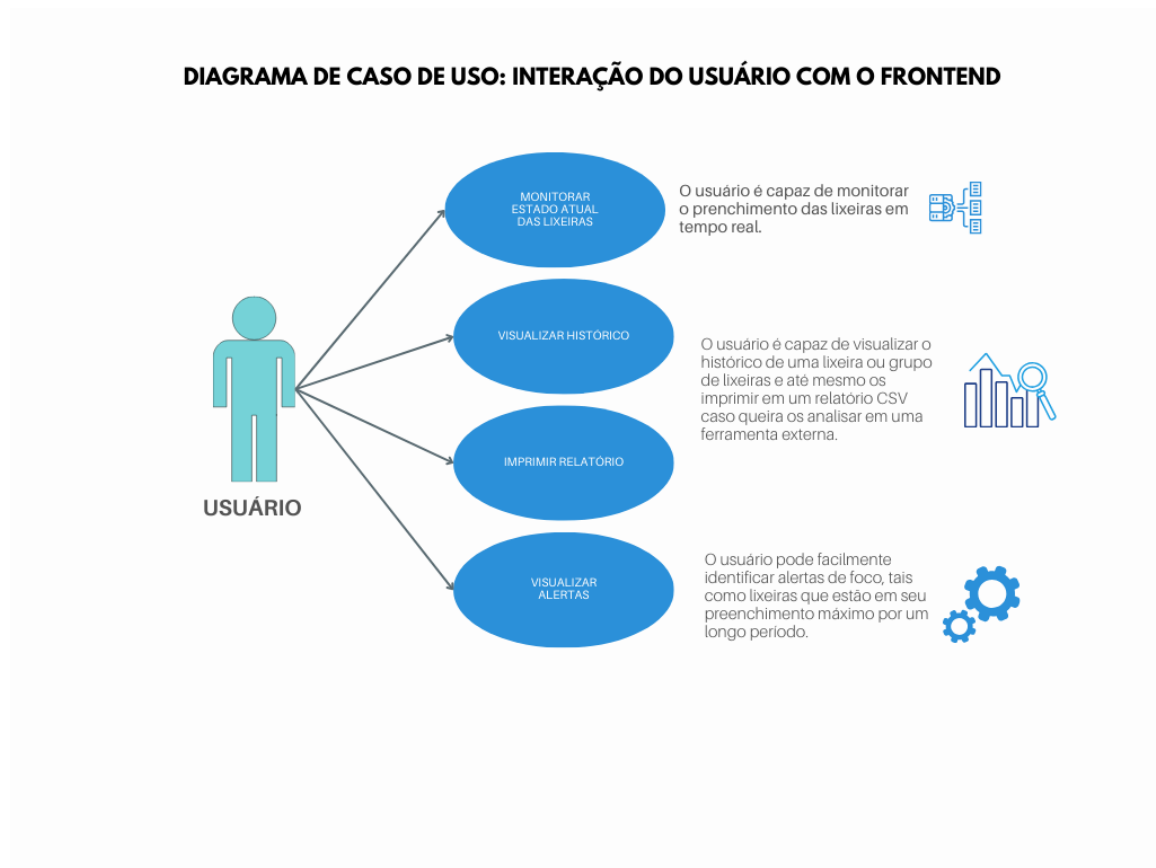
Este diagrama representa o processamento de dados que ocorre no servidor após a coleta de informações da lixeira. Mostra como os dados recebidos são interpretados e usados para atualizar o dashboard em tempo real. O processamento no back-end desempenha um papel fundamental na análise e tomada de decisões com base nos dados coletados.





## Caso de Uso no Front-end

Este diagrama de caso de uso oferece uma visão geral das operações disponíveis para o usuário, destacando a sua interação com o front-end. Isso inclui a visualização dos dados da lixeira em tempo real, a capacidade de receber notificações, a possibilidade de visualização de dados históricos e a emissão de relatórios.



Trello

<https://trello.com/invite/b/zRFov3vZ/ATTI8862ed0c260e69e5ff5f1558d9eca7cd8439506E/rede-de-lixeiras>