

**Lixeira inteligente IOT:  
Integrando a eficiência da IoT  
na gestão de resíduos**

Luciano Reis

Michel Alves dos Santos

Murilo de Souza Ribeiro

Odirlei Paulo Rangel

Samuel Ferreira Júnior

**RESUMO**

O projeto da lixeira inteligente envolve o desenvolvimento de um dispositivo capaz de identificar quando a lixeira está cheia e enviar uma notificação ao responsável, utilizando tecnologias. Como sensores, dispositivos de comunicação e display. Para isso, utilizaremos um sensor de nível, que será instalado na lixeira e terá a função de notificar o momento em que o nível de resíduo atingir o enchimento máximo. Este sensor será conectado a um microcontrolador ESP32, responsável por processar as informações e enviar os dados. Neste fluxo será incluída a lógica para ativar o módulo display instalado em outra sala, que exibirá mensagem indicando que a lixeira está cheia e que é preciso ir até lá para realizar a troca. Desta forma, quando a lixeira atingir o nível, o sensor enviará a informação para o ESP32, que a enviará para o servidor, que por sua vez enviará a informação para o display. Assim, o responsável, ao visualizar a mensagem poderá trocar a lixeira com mais eficiência, evitando que ela transborde. Este projeto de lixeiras inteligentes traz vantagens como otimização de tempo e eficiência na troca de lixeiras cheias, evitando problemas como odores, proliferação.

**Palavras-Chave:** Lixeira inteligente, Esp32

## ABSTRACT

The smart bin project involves the development of a device capable of identifying when the bin is full and sending a notification to the person responsible, using technologies. Such as sensors, communication and display devices. To do this, we will use a level sensor, which will be installed in the bin and will have the function of notifying the moment when the waste level reaches maximum filling. This sensor will be connected to an ESP32 microcontroller, responsible for processing the information and sending the data. This flow will include the logic to activate the display module installed in another room, which will display a message indicating that the trash bin is full and that you need to go there to make the change. This way, when the bin reaches the level, the sensor will send the information to the ESP32, which will send it to the server, which in turn will send the information to the display. Thus, when viewing the message, the person responsible will be able to change the bin more efficiently, preventing it from overflowing. This smart bin project brings advantages such as time optimization and efficiency in changing full bins, avoiding problems such as odors, proliferation

**Keywords:** Smart Recycle Bin, Esp32

## 1 INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas é um conceito que se refere à comunicação de um dispositivo, objetos físicos e sistemas via Internet por trás da IOT, a ideia é permitir que objetos como eletrodomésticos, veículos, sensores e muitos outros, colem e compartilhem dados para executarem algumas ações e interagir com o meio ambiente e outros de forma autônoma e de maneira inteligente. Este sistema aproveita sensores, conectividade de rede e software para criar sistemas capazes de coletar, transmitir e analisar dados. Diante desse estudo, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de lixeira inteligente com aplicações IOT, capaz de monitorar e determinar peso, volume e nível de preenchimento, no qual torna a coleta e o gerenciamento de resíduos mais eficientes. Visando um projeto essencial para o âmbito hospitalar, pois facilita o cuidado e a segurança com os pacientes e todos os colaboradores. Segundo a Associação Médica Brasileira, mais de 45 mil brasileiros morrem anualmente devido a infecções hospitalares, diante de pesquisas sobre o tema, foi descoberto que algumas das causas desse problema é a pouca disponibilidade de funcionários, a estrutura hospitalar mal planejada e até mesmo algumas normas de limpeza. Ciente sobre o tema, a lixeira inteligente facilitaria na gestão hospitalar, pois não sofreria com a pouca disponibilidade de funcionários, e aumentaria a rigidez e a cautela com as normas de higiene. Fazendo com que os funcionários da área de limpeza tenham controles dos níveis de preenchimento das

lixeiras disponível no âmbito hospitalar, assim podendo controlar melhor o ambiente, deixando-o seguro das infecções e contaminações que os resíduos podem trazer. Em um ambiente hospitalar, é essencial o cuidado com os resíduos dispensados, por esse motivo é de extrema importância o real e eficiente controle sobre as lixeiras do local, para que não haja riscos de contaminações no ambiente. Com esse projeto os riscos de contaminações com os resíduos dispensados em lixeira diminuiriam muito, pois a lixeira se manteria fechada e sem transbordar, fazendo com que o contato de pessoas não preparadas seja praticamente zero.

O projeto consiste em um sensor ultrassônico que detecta quando a lixeira está cheia e, em seguida, envia informações para a ESP32 (programação visual por fluxo de dados) para comunicar sobre o nível de preenchimento da lixeira e notificar sobre a necessidade do esvaziamento da lixeira. Esses dados analisados sob distintas perspectivas, podem ser utilizados para criar visões mais precisas quanto à produção e à coleta de resíduos, eliminando a necessidade de previsões e dando mais facilidade, agilidade e precisão ao monitoramento em tempo real.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste projeto é cuidar da saúde e higiene de qualquer ser humano, atendendo o público da área na saúde, facilitando o manuseio dos resíduos sem ter contaminação direta ou cruzada com o lixo hospitalar. Porém, podendo atender outros segmentos, como: indústrias alimentícias, comércios, residências e outros. Sendo assim, proporcionando ao público mencionado uma maneira mais higiênica e segura para descartar e controlar o resíduo. E garantindo que este produto traga facilidade e a segurança ao colaborador que irá usufruir desta inovação.

## **3 DESENVOLVIMENTO**

Iniciamos o projeto com o plano de usar a conexão bluetooth, que seria mais fácil e até mesmo com um custo menor. Demos o start com o sistema bluetooth, fizemos testes, construímos um projeto, mas não estávamos convencidos que seria a melhor funcionalidade para nosso projeto, por esse motivo, continuávamos pesquisando melhorias a serem feitas, e encontramos a conexão via wireless, com o ESP32, encontramos algumas dificuldades de início, mas estudamos a fundo sobre as funcionalidades e conseguimos implantar.

Após mudarmos a conexão tivemos que retrabalhar o desenvolvimento, em cima da base que já tínhamos, e acreditamos que foi uma melhora significativa para o projeto, visando que a conectividade wireless é muito eficaz atualmente. Identificamos que a conexão bluetooth teria a mesma funcionalidade, porém teria

alguns empecilhos e passivo de uma atualização em um futuro próximo, então buscamos entender a função ESP32, e começamos a ir a fundo no desenvolvimento do projeto, e essa conexão nos trouxe agilidade, precisão, facilidade e demais benefícios, sendo uma conexão atual.

Ainda estamos buscando o aperfeiçoamento do projeto, estamos com uma base fundamentada, e estamos estudando os casos para que seja um sistema atualizado e com uma ótima funcionalidade.

### COMO SERÁ FEITA A FUNÇÃO WIFI?

A funcionalidade wifi visa o mesmo propósito da funcionalidade bluetooth (a primeira funcionalidade testada no projeto), que seria alertar a pessoa o nível de resíduos da lixeira IoT, esse projeto foi elaborado com um dispositivo ESP32 sendo o coração da ideia, um sensor de proximidade, e um display. Migramos para o wireless pela conectividade do sistema.

### PARA QUAL AMBIENTE O PROJETO ESTÁ SENDO DESENVOLVIDO?

O projeto é inicialmente desenvolvido para âmbito hospitalares (pronto atendimentos de bairro), residências, microempresas. Outras áreas têm opção de escolher o produto para melhor higiene no ambiente. A conexão via wireless facilitara o uso do produto em todos esses ambientes, pois tem um bom alcance e conectividade.

### COMO SERÁ A EXECUÇÃO DO PROJETO?

Após estudos da equipe concluímos que o projeto seria constituído por um sensor de proximidade localizado na lixeira, mais precisamente próximo a tampa, para que seja feita a medida do preenchimento da lixeira, quanto mais cheio e próximo do sensor os resíduos estiverem, o nível que aparecera no display aumentará, quando o sensor identificar um nível próximo de 90% da lixeira preenchida, o ESP32 emitirá uma mensagem para a realização da retirada dos resíduos.

O intuito é emitir um sinal de forma preventiva, para evitar que o lixo transborde e que a tampa fique aberta, ou que o resíduo fique para o lado de fora, podendo trazer riscos à saúde, trazer contaminações ao ambiente e até mesmo afetando a higiene do local.

Esse sinal aparecera no display, que pode estar localizado nos carros de limpeza, ou em algum lugar fixo, onde possa ter uma pessoa para realizar o controle do nível, podendo assim tomar as decisões de forma preventiva aumentando a higiene e organização do ambiente.

### QUAL A FUNÇÃO DO DISPLAY?

No display terá a medição do nível de preenchimento contínuo, de forma real e emitirá um aviso por mensagem quando o nível estiver apropriado para a troca, a lixeira será automatizada, com sensores de aproximação para que a tampa abra sozinha, evitando o contato direto com os resíduos, e a tampa se fechará sozinha, trazendo a segurança para que os resíduos não fiquem para a fora do objeto. Visamos um projeto de fácil entendimento para qualquer pessoa, podendo assim ser utilizado e aproveitado na locação e situação requerida pelo consumidor. No âmbito hospitalar, seria de responsabilidade do profissional da limpeza monitorar o display das lixeiras, e simultaneamente realizar as trocas e reparos, pois estão devidamente uniformizados e com os usos de EPIs necessário para realizar a manipulação dos resíduos que contém no local. Mas nossa proposta é que a lixeira possa fazer com que a pessoa tenha o controle e principalmente mantenha o ambiente limpo e organizado, sem exigir muito, e de forma simples, segura e ergonômica e em qualquer ambiente desejado.

#### **CUSTOS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO PROJETO:**

<b>Equipamentos</b>	<b>Função</b>	<b>Custo</b>
Lixeira inteligente	A lixeira vem com o dispositivo de abrir e fechar de forma automático, através de sensores de proximidade, facilitando o projeto.	R\$ 130,00
Sensor ultrassônico HCSR04	Esse sensor é o responsável para medir a quantidade de resíduo que contém na parte interna da lixeira.	R\$ 13,50
ESP32	A ESP32 é o coração do projeto, ele que receberá os sinais dos sensores e transmitirá para o display, alertando o consumidor sobre o nível da lixeira.	R\$ 67,00
Conversor digital	Esse componente é responsável por converter 5V em 3,3V.	R\$ 22,00

Display serial	O display é quem vai receber os sinais da ESP32 via wifi, para alertar o consumidor sobre o nível em que a lixeira está.	R\$ 30,00
Cabos de conectividade	São os cabos necessários para a ligação da ESP32 para os demais componentes	R\$ 15,00
Total		R\$ 277,50

Após o levantamento dos gastos, entendemos que o projeto atendeu nossos requisitos, sendo um deles, fazer com que o projeto seja acessível para todas classes e necessidades. Em nossas pesquisas, identificamos que os preços dessas lixeiras estão em torno de 300 a 400 reais, somente com o sensor de abrir e fechar, o nosso projeto poderia ser comercializado pelo mesmo preço, porém com a função de medir a quantidade de resíduo interno, sendo muito mais proveitoso para o consumidor, sendo que pagaria praticamente o mesmo valor, em algo mais avançado.

Considerações de um futuro para o projeto;

Com trabalho e empenho da equipe de desenvolvimento do projeto, estamos revisando minuciosamente de forma rigorosa para um melhor desenvolvimento do nosso projeto.

Para que em breve tenhamos novidades de inovação e praticidade para todos os usuários. Visando sempre o bem-estar de todos os seres humanos.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O projeto consiste na praticidade de fazer um ambiente limpo, seguro, organizado, e longe de qualquer tipo de riscos à saúde. Buscamos dispositivos de simples entendimento, com uma linguagem minimalista para que qualquer pessoa e qualquer ambiente possam ser aptos para o perfeito funcionamento.

Diante de pesquisas profundas realizadas pela equipe, não nos contentamos com os números relativamente elevados de contaminações hospitalares, dos riscos que o ambiente pode nos trazer, então esse motivo nos impulsionou a realizar algo simples, mas extremamente importante, que é o controle de situações que podem ser passivos de qualquer tipo de risco a saúde, não só do paciente, mas de todos. No decorrer do projeto visualizamos que o mesmo não entraria somente em uma causa, mas

poderia atender qualquer tipo de situação, isso nos empolgou ainda mais para buscar o entendimento sobre, e nos aperfeiçoar, aceitando melhorias e ideias para que não seja só mais uma ideia brilhante, e sim, uma melhoria contínua pessoal e profissional, buscamos desde o início nos colocar em situações que pudessem gerar risco a nossa integridade, e concluímos que um simples passo como esse projeto, poderia sim diminuir os risco ou até mesmo de perder a vida, sendo que 14% das internações sofrem com contaminações hospitalares.

Entendemos que ainda não resolvemos todo o problema, mas iniciamos um projeto que pode despertar o interesse na população em buscar soluções para termos segurança com nossa saúde e vida.

Buscamos desde o início atender qualquer classe social, pois acreditamos que esse projeto parte da sanidade básica de qualquer ambiente, demonstrado através do esboço da ideia de criar uma lixeira capaz de identificar o nível de resíduos na lixeira facilitando o colaborador que faz a coleta do lixo, inovação aqui denominada de “Lixeira Inteligente com aplicações IOT”.

O meio ambiente está sendo constantemente atacado e degradado de diversas formas, entre essas formas uma das mais preocupantes e ocorrentes é o descarte dos resíduos sólidos na natureza, que vem sendo um problema abordada em diversos fóruns internacionais e nacionais, um exemplo foi a realização do 10º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, realizado na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, pelo Instituto Venturi Para Estudos Ambientais em 2019, mostrando que o governo por meios de movimentos desse tipo vem se importando com a degradação causada pelos resíduos sólidos no meio ambiente (INSTITUTO VENTURI, 2019).

A vários tipos de resíduos sólidos produzidos pelo ser humano, entre eles os resíduos hospitalares, que entre todas as formas de resíduos sólidos merece uma atenção especial, pois nesses resíduos existem diversos agravos que podem trazer um perigo para a saúde do meio ambiente, conseqüentemente para a saúde humana.

Entretanto, vale ressaltar que nem todo lixo produzido pelos serviços de saúde é propriamente infectante (BRASIL, 1993). Nos resíduos sólidos hospitalares pode-se identificar diversos componentes prejudiciais para a saúde humana e ao meio ambiente, tais elementos que podem ser classificados em 5 grupos segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

Em meios a diversas problemáticas relacionadas aos resíduos produzidos pelos serviços relacionados à saúde, algumas propostas vêm cuidando para que esses resíduos sejam descartados de forma certa. O trabalho tem como objetivo o desenvolvimento da ideia de uma lixeira que faça o gerenciamento do nível da lixeira, para que não haja contaminação direta ou cruzada em hospitais.

Entender que uma parte do lixo hospitalar pode ser reciclada é de vital importância para que o processo de segregação dos resíduos hospitalares ocorra com mais eficácia e disciplina, dessa forma mudando a cultura da sociedade de que todo resíduo proveniente de serviços hospitalares é infectante.

O lixo hospitalar ou resíduo sólido hospitalar, necessitam de uma correta destinação segundo a CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, onde cabe a instituição capacitar educação permanente para com seus colaboradores um eficiente planejamento de destinação desses resíduos.

Para ter uma ideia da dimensão do lixo no Brasil, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) divulgou em seu panorama anual que em 2017 o país produziu cerca de 74,4 milhões de toneladas de lixo e apenas 3% desse valor é reciclado. Levando em conta que grande parte desse lixo são resíduos produzidos nos serviços de atenção à saúde.

O aconselhado é que seja reprocessado pelo aprimoramento do processo de reciclagem, uma vez que a instituição se responsabilize pela logística reversa de resíduos sólidos, onde é reaproveitado o lixo possível de reciclagem.

Segundo Valle (2006), desde a década de 1990 o homem vem se conscientizando dos efeitos nocivos que o descarte incorreto dos resíduos gerados pelos serviços de saúde pode causar na natureza. Segundo Silva (2011) “a reciclagem do lixo é fundamental para a preservação do meio ambiente, além de diminuir a extração de recursos naturais, reduz o consumo de energia, diminuindo também o acúmulo de resíduos produzidos”. Nos serviços de saúde é grande a variedade do lixo produzido, por esse motivo um possível processo de reciclagem fica inviável se não houver uma segregação correta dos lixos que podem ser reciclados.

A ideia de uma lixeira inteligente já é uma realidade atualmente, exemplo disso é a lixeira inteligente da marca Xiaomi que é capaz de abrir a tampa automaticamente através de um sensor de proximidade.

Outra ideia de lixeira inteligente foi inventada pelo japonês Minoru Kurata, que inventou uma lixeira com sensor que se movimenta na direção do lixo atirado, tecnologia que atualmente vem se desenvolvendo cada vez com mais rapidez.

Buscando a melhoria de todo o assunto abordado, nossa equipe estudou para que esses pontos negativos fossem drasticamente diminuindo, assim criando uma lixeira inteligente com aplicações IoT, podendo medir o nível de resíduos, facilitando a gestão da limpeza e higiene do ambiente.

Para encerrarmos o assunto e melhor entendermos sobre os riscos dos resíduos sólidos, segue abaixo uma tabela, com os grupos, riscos biológicos e materiais hospitalares, normalmente descartados em lixos.

<b>GRUPOS</b>	<b>RISCOS BIOLÓGICOS</b>	<b>MATERIAIS</b>
Grupo 1	1. Resíduos biológicos infectantes - Materiais contaminados com agentes biológicos que apresentam risco de infecção.	Seringas, agulhas, curativos contaminados, entre outros.
Grupo 2	2. Resíduos químicos perigosos - Materiais contendo substâncias químicas perigosas.	Medicamentos vencidos, produtos químicos utilizados em procedimentos médicos, produtos de limpeza hospitalar, entre outros.
Grupo 3	3. Resíduos radioativos Materiais contaminados com substâncias radioativas.	Materiais utilizados em exames de imagem, rejeitos de medicina nuclear, entre outros.
Grupo 4	4. Resíduos perfuro cortantes, Materiais que possuem pontas ou bordas cortantes.	Agulhas, bisturis, lâminas de barbear, entre outros.
Grupo 5	5. Resíduos químicos não perigosos - Materiais que não apresentam risco químico significativo.	Embalagens de medicamentos não contaminadas, materiais não utilizados em procedimentos médicos, entre outros.
Grupo 6	6. Materiais que não apresentam risco biológico, químico ou radioativo.	Embalagens de alimentos, papéis não contaminados, entre outros.

Grupo 7	7. Resíduos especiais materiais que requerem tratamento especial.	Como resíduos farmacêuticos e resíduos de sangue e hemoderivados, resíduos de laboratório, entre outros.
---------	---	--

Após análise da tabela, vimos que no âmbito hospitalar, existem materiais que trazem risco a saúde, por esse motivo, nosso projeto visa em os responsáveis ter total controle do ambiente em questão de limpeza em segurança, deixando sempre o lixo fechado, e controlado, tirando assim grandes possibilidades de contaminações para as pessoas que estão presentes. Ciente dos riscos à saúde e ao meio ambiente, nossa equipe se dedicou para criar um projeto simples, mas de extrema importância, visando sempre no bem-estar do ser humano, e na preservação do meio ambiente, levando em consideração um descarte de resíduo seguro e limpo, sem que haja risco de contaminações. Nossa equipe está empenhada em buscar melhorias e aperfeiçoamento para o projeto, para que seja um ponto de partida de melhoria mundial.

## REFERÊNCIAS

SALVADOR NETTO, Alamiro Velludo. **Responsabilidade penal da pessoa jurídica**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2018.

RESÍDUOS SÓLIDOS EM SAÚDE; acessado em 30 de outubro de 2019 ; Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/conheca-a-disposicao-corretade-residuos-de-saude/> SILVA, Natalina Maria da. Segregação dos resíduos sólidos hospitalares. 2011.

VALLE, Cyro Eyer do. Qualidade Ambiental: ISO 14000.6<sup>a</sup>. ed. rev. atualizado. São Paulo: Senac, 2006.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos. São Carlos: EESS/USP, 1999. 120p.



BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L.. A. Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1999. 155p

FÓRUM DE RESÍDUOS SÓLIDOS; Acessado em 29 de outubro de 2019; Disponível em : <http://www.firs.institutoventuri.org/pt/sobre-o-firs/organizadores.html>.

**LEI Nº 12.305** , DE 2 DE AGOSTO DE 2010 ; Acessado em 30 de outubro de 2019 ; Disponível em: Política Nacional de Resíduos Sólidos- [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/12305.htm).

PANORAMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2017. ACESSADO EM 05 de novembro de 2019; Disponível em: [http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama\\_abrelpe\\_2017.pdf](http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf)