

- RA 824120739 Jhonattan Beethoven
- RA 824121573 Kaue Galliza
- RA 824139839 Iago da Rocha Silva

Solução de Coleta de Lixo Inteligente para Redução de Entupimentos e Enchentes em São Paulo com IoT"

introdução

A cidade de São Paulo enfrenta há anos o problema recorrente de alagamentos, principalmente em períodos de chuva intensa. Uma das principais causas desse fenômeno é o acúmulo de lixo em vias públicas que acaba obstruindo bueiros e impedindo o escoamento adequado da água. O excesso de lixo e a falta de um sistema de gestão eficiente acabam contribuindo significativamente para o entupimento da infraestrutura de drenagem urbana, agravando os problemas de enchente e gerando impactos sociais, econômicos e ambientais.

A coleta de lixo tradicional, baseada em rotas e horários fixos, muitas vezes não atende à demanda em áreas de maior circulação, onde o acúmulo de resíduos ocorre rapidamente. Em contrapartida, soluções tecnológicas baseadas na Internet das Coisas (IoT) permitem o desenvolvimento de um sistema de coleta de lixo inteligente, capaz de monitorar e otimizar a coleta conforme a necessidade em tempo real. Esse modelo oferece uma abordagem mais eficaz e sustentável, prevenindo que o lixo atinja os bueiros e, assim, reduzindo os riscos de alagamentos.

Este trabalho propõe uma solução de coleta de lixo inteligente para a cidade de São Paulo, que utiliza sensores IoT instalados em lixeiras e contêineres para monitorar o nível de ocupação e enviar dados em tempo real para uma central de gestão. A partir desses dados, um sistema de roteamento otimiza a coleta, priorizando os pontos de maior necessidade e prevenindo que o acúmulo de resíduos nas vias contribua para entupimentos e enchentes. Desta forma, busca-se não apenas uma melhora na eficiência da coleta de lixo, mas também uma contribuição significativa para a infraestrutura e a qualidade de vida urbana em São Paulo.

A chuva que caiu em São Paulo da noite de domingo (10 de março) ao amanhecer de segunda (11 de março) foi uma das maiores já vistas na cidade. Alguns bairros, além da região do ABC (Santo André, São Bernardo e São Caetano), ficaram completamente debaixo d'água.

O ocorrido deixou 13 vítimas fatais e várias outras feridas. O saldo de mortes é o segundo maior registrado pela Defesa Civil na região em decorrência das chuvas desde 2016, quando 17 pessoas morreram, e o terceiro desde 1987, quando um temporal matou 53. Além disso, o prejuízo foi grande, cerca de R\$ 45 milhões ao comércio, 94 árvores caídas e perdas não contabilizadas em ruas, prédios, escolas, casas e carros inundados.



Foto: Amanda Perobelli/Reuters



Foto: G1/Globo

No mês anterior, a cidade de Salto do Tietê, interior de São Paulo, foi vítima também de fortes chuvas. Por resultado, áreas ribeirinhas foram atingidas pela enchente do Rio Tietê. Mas o que se viu não foi água, foi lixo, muito lixo. Cerca de 17 toneladas de lixo foram retiradas de ruas e pontos turísticos da cidade. As imagens são impressionantes. Conforme balanço da Secretaria do Meio Ambiente, apenas no Parque das Lavras, uma

das principais atrações, a quantidade de lixo atingiu 6 toneladas. Outras 2 toneladas foram coletadas no Complexo da Cachoeira, região central da cidade, onde fica o Memorial do Rio Tietê. As equipes recolheram mais de 9,6 toneladas de sujeira que ficaram depositadas na Rua 24 de Outubro, também no centro.

Proposta de Solução: Coleta de Lixo Inteligente para Prevenção de Enchentes em São Paulo

A cidade de São Paulo enfrenta recorrentes problemas de alagamentos, especialmente durante períodos de chuva intensa, exacerbados pelo acúmulo de lixo nas vias públicas que obstrui os bueiros e impede o escoamento adequado da água. Para enfrentar essa questão crítica, proponho a implementação de um sistema de coleta de lixo inteligente que utiliza sensores RFID instalados nos bueiros.

Esses sensores serão responsáveis por monitorar dois aspectos fundamentais: a previsão do tempo e a quantidade de lixo acumulado nos bueiros. Ao integrar dados meteorológicos em tempo real, o sistema poderá identificar quando há previsão de chuvas fortes. Simultaneamente, os sensores medirão o nível de lixo, enviando informações sobre o acúmulo.

Quando ambos os critérios atingirem níveis críticos — ou seja, previsão de chuva alta e excesso de lixo nos bueiros — o sistema acionará automaticamente um alerta. Este alerta será enviado a uma empresa de coleta de lixo, solicitando uma intervenção imediata. A comunicação poderá ocorrer por meio de um aplicativo, e-mails ou mensagens de texto, garantindo que a equipe de coleta seja mobilizada rapidamente antes da chegada da chuva.

Essa abordagem proativa não só otimiza a operação de coleta de lixo, reduzindo custos e melhorando a eficiência do serviço, como também atua de maneira preventiva, evitando que o lixo bloqueie os bueiros e cause enchentes. Além disso, o sistema fornecerá dados valiosos sobre padrões de acúmulo de lixo e comportamento climático, permitindo uma gestão mais eficaz dos recursos urbanos e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida na cidade.

Ao implementar essa solução, espera-se não apenas mitigar os impactos das enchentes em São Paulo, mas também promover uma cultura de responsabilidade ambiental e inovação tecnológica na gestão urbana.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

A gestão de resíduos urbanos envolve um conjunto de atividades que visam minimizar os impactos ambientais e à saúde pública causados pelo descarte inadequado de lixo. As principais etapas desse processo incluem a coleta, o transporte, a triagem, a reciclagem e a disposição final dos resíduos.

- **Coleta:** A coleta de resíduos é a primeira etapa do processo e consiste na remoção dos resíduos gerados nos domicílios e estabelecimentos comerciais para locais de armazenamento temporário.
- **Transporte:** Após a coleta, os resíduos são transportados para locais de triagem ou destinação final.
- **Triagem:** A triagem consiste na separação dos resíduos por tipo, facilitando a reciclagem e a disposição final adequada.
- **Reciclagem:** A reciclagem é o processo de transformação de materiais descartados em novos produtos, reduzindo a demanda por recursos naturais e o volume de resíduos enviados para aterros sanitários.
- **Disposição final:** A disposição final dos resíduos consiste no armazenamento em aterros sanitários ou na incineração, após a exaustão das possibilidades de reciclagem e compostagem.

2. Tecnologia RFID e suas Aplicações

A tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) utiliza ondas de rádio para identificar objetos equipados com tags RFID. Essas tags contêm informações que podem ser lidas por um leitor RFID a uma certa distância, sem a necessidade de contato físico.

- **Princípio de funcionamento:** As tags RFID são compostas por um chip e uma antena. O chip armazena as informações a serem identificadas, e a antena permite a comunicação com o leitor RFID.
- **Aplicações:** A tecnologia RFID tem sido aplicada em diversas áreas, como logística, controle de acesso, rastreamento de produtos e gestão de estoque.

3. Aplicação da Tecnologia RFID na Gestão de Resíduos

A aplicação da tecnologia RFID na gestão de resíduos permite:

- **Rastreamento de contêineres:** Através da instalação de tags RFID nos contêineres de coleta, é possível monitorar em tempo real a localização e o nível de enchimento dos contêineres, otimizando as rotas de coleta.
- **Identificação de materiais:** A utilização de tags RFID em diferentes tipos de resíduos permite a identificação automática dos materiais, facilitando a triagem e a reciclagem.
- **Controle de acesso a áreas de descarte:** A tecnologia RFID pode ser utilizada para controlar o acesso de veículos e pessoas às áreas de descarte de resíduos, garantindo a segurança e o cumprimento das normas ambientais.
- **Otimização da coleta:** Os dados coletados pelos sistemas RFID podem ser utilizados para otimizar as rotas de coleta, reduzindo custos e emissões de gases de efeito estufa.

Considerações Finais:

Os alagamentos recorrentes na cidade de São Paulo representam um desafio crítico, com implicações sociais, econômicas e ambientais. A análise mostra que uma das principais causas desse problema é a má gestão dos resíduos sólidos, que acabam obstruindo a infraestrutura de drenagem urbana. A coleta de lixo tradicional, baseada em rotas fixas e horários rígidos, é insuficiente para atender de forma eficiente às demandas em áreas de grande circulação, permitindo o acúmulo de resíduos e contribuindo para o agravamento das enchentes.

Diante desse contexto, a proposta de um sistema de coleta de lixo inteligente, fundamentado na Internet das Coisas (IoT), surge como uma solução promissora. A aplicação de sensores em lixeiras e contêineres permite a coleta de dados em tempo real e a otimização das rotas de coleta, priorizando áreas de maior necessidade. Além de reduzir o risco de entupimentos e alagamentos, essa abordagem promove maior eficiência na gestão urbana e sustentabilidade ambiental.

Os eventos catastróficos, como as chuvas de março de 2019, reforçam a urgência em adotar soluções inovadoras. Com 13 vítimas fatais e prejuízos expressivos ao comércio e à população, o impacto de chuvas intensas destaca a necessidade de um sistema de infraestrutura preparado para responder a esses desafios. A coleta de lixo inteligente pode ser um dos pilares dessa resposta, integrando tecnologia e governança urbana para mitigar os riscos e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

Portanto, a implementação desse sistema não apenas representa uma evolução na gestão dos resíduos sólidos, mas também contribui significativamente para a prevenção de enchentes, redução de custos públicos e preservação do meio ambiente. Essa iniciativa reforça a importância de soluções tecnológicas aplicadas às cidades, colocando São Paulo no caminho de uma gestão urbana mais eficiente e sustentável.

Benefícios: A tecnologia RFID oferece uma série de vantagens para a gestão de resíduos, como o aumento da eficiência operacional, a redução de custos, a melhoria da qualidade dos dados coletados e a promoção da sustentabilidade. A capacidade de rastrear os resíduos desde a origem até a destinação final permite um melhor controle do ciclo de vida dos materiais e a otimização dos processos de reciclagem.

Desafios: A implementação de sistemas RFID em larga escala exige investimentos significativos em infraestrutura e tecnologia. Além disso, é necessário superar desafios relacionados à interoperabilidade entre diferentes sistemas, à segurança dos dados e à conscientização dos usuários sobre a importância da separação dos resíduos.

Impactos: A adoção da tecnologia RFID na gestão de resíduos pode gerar impactos positivos em diversos aspectos, como a redução da geração de resíduos, a otimização das rotas de coleta, a melhoria da qualidade dos materiais reciclados e a geração de dados para a tomada de decisões mais eficientes.

Futuro: A tendência é que a tecnologia RFID continue a evoluir, tornando-se cada vez mais acessível e integrada a outras tecnologias, como a internet das coisas (IoT) e a inteligência artificial. No futuro, podemos esperar soluções ainda mais sofisticadas para a gestão de resíduos, capazes de otimizar os processos de forma autônoma e de gerar insights cada vez mais precisos sobre os padrões de geração e destinação dos resíduos.

Bibliografia:

[Movimento Lixo Cidadão – Lixo, um grande responsável por enchentes e alagamentos](#)

[Descarte irregular de lixo entope bueiros e agrava enchentes em capitais | Jornal Nacional | G1](#)