



**XVII SICTI**  
Seminário de Iniciação Científica,  
Tecnológica e Inovação  
**X SIMIT**  
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e  
COOPERAÇÃO  
na AMAZÔNIA**  
**16 a 19 de  
Setembro**  
**IFPA Campus Bragança**

## **DESENVOLVIMENTO DE UM BRAÇO ROBÓTICO COM DETECÇÃO DE METAIS PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE RECICLAGEM**

Área de conhecimento/Subárea: Área 03 – Engenharias.

ODS vinculado(s): ODS15 - Vida terrestre.

**RESUMO:** O presente artigo propõe o desenvolvimento de um sistema automatizado utilizando um braço robótico com sensor de detecção de metais e célula de carga, voltado à otimização do processo de separação de resíduos recicláveis em centros de triagem e aterro sanitário. O sistema consiste em um braço robótico que analisará os resíduos dispostos diretamente sobre uma esteira transportadora, composta por materiais diversos a serem triados. Inicialmente, os resíduos transportados pela esteira são submetidos à pesagem por meio de uma célula de carga. Somente após essa etapa, o braço robótico é ativado para iniciar o processo de triagem. Caso a célula de carga indique a existência de conteúdo na caixa, um comando é enviado ao sensor magnético, que é acionado para verificar a presença de metais, caso seja detectada a presença de metal, o resíduo é removido automaticamente da caixa e direcionada para um recipiente específico para materiais metálicos, já o que não for metal, será direcionado a outro recipiente. A proposta visa reduzir o trabalho manual, aumentar a eficiência na separação de resíduos e contribuir para práticas mais sustentáveis no gerenciamento de lixo urbano. O projeto também promove o uso de tecnologias acessíveis, como microcontroladores e sensores simples, aplicados a soluções reais de impacto ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação; Sustentabilidade; Separação de resíduos; Tecnologias acessíveis; Sensor;

### **INTRODUÇÃO**

A crescente geração de resíduos sólidos urbanos representa um dos maiores desafios ambientais da atualidade. A separação eficiente dos materiais recicláveis, especialmente os metais, é fundamental para promover a reutilização de recursos, reduzir os impactos ambientais e aumentar a vida útil dos aterros sanitários. No entanto, atualmente a maior parte da triagem de lixo ainda é realizada de forma manual, mesmo os processos de triagem modernizados com utilização de equipamentos de alta tecnologia na separação ainda requerem certa quantidade de trabalho manual para serem realizados adequadamente, o que resulta em baixa eficiência, riscos à saúde dos trabalhadores e desperdício de materiais valiosos (SANTOS, 2014).

Segundo Rencelj e Negreiros (2025) automação tem se apresentado como uma solução inovadora e indispensável quando se trata da modernização da gestão de resíduos, demonstrando em si um avanço significativo no enfrentamento dos desafios ambientais presentes. Com o avanço das tecnologias de automação e robótica, torna-se possível desenvolver soluções mais eficazes e seguras para a triagem de resíduos. Este trabalho apresenta o projeto de um braço robótico equipado com sensor de detecção de metais e célula de carga, capaz de identificar automaticamente a presença de metais em resíduos transportados por uma esteira. Inicialmente, os resíduos passam por uma pesagem realizada pela célula de carga, que determina a existência de material a ser analisado. Confirmada a presença de resíduos, o sistema aciona o sensor de detecção de metais, permitindo ao braço robótico separar automaticamente os materiais metálicos dos demais. O sistema tem como objetivo separar os resíduos metálicos dos demais de forma autônoma, contribuindo para a sustentabilidade e a modernização dos processos de reciclagem.

### **METODOLOGIA**



**XVII SICTI**  
Seminário de Iniciação Científica,  
Tecnológica e Inovação

**X SIMIT**  
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e  
COOPERAÇÃO  
na AMAZÔNIA**

**16 a 19 de  
Setembro**

**IFPA Campus Bragança**

A metodologia adotada neste trabalho envolve etapas progressivas de pesquisa, modelagem, simulação e programação, com o objetivo de desenvolver um braço robótico funcional capaz de detectar metais e realizar a separação automatizada de resíduos em um ambiente simulado. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre sistemas de separação de resíduos, sensores de detecção de metais, célula de carga e aplicações de braços robóticos em processos industriais e ambientais. Com base nesse estudo, foi iniciado o projeto conceitual do sistema, definindo-se os componentes fundamentais: estrutura mecânica do braço, sensor de metal, célula de carga, atuadores e o controle lógico do sistema.

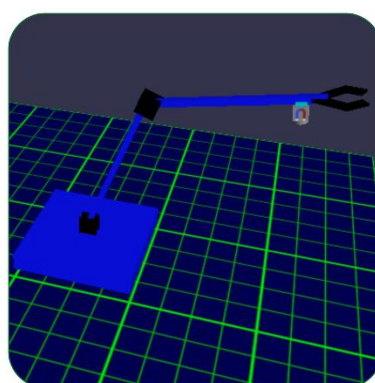
A simulação do braço robótico foi realizada utilizando um ambiente virtual (GearsBot), permitindo testar o funcionamento do sistema sem a necessidade de montagem física. Paralelamente, foi desenvolvido o código de programação responsável por interpretar os sinais da célula de carga e do sensor de detecção de metais, comandar os movimentos do braço e executar a lógica de separação dos resíduos de acordo com a presença ou ausência de material metálico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

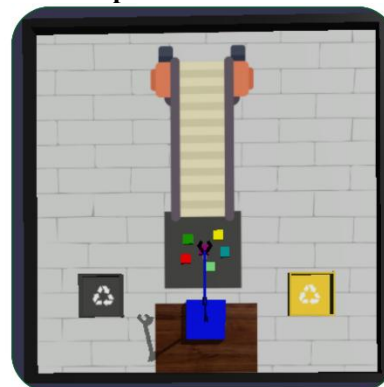
A simulação do braço robótico apresentou resultados satisfatórios em relação à proposta inicial do projeto. Como ilustrado na Figura 1, durante os testes virtuais realizados no ambiente GEARS, o sistema foi capaz de identificar corretamente a presença de resíduos ao final da esteira transportadora, no compartimento cinza onde está localizada a célula de carga (Figura 1b). Após a confirmação da presença de material por meio da pesagem, o sensor magnético foi acionado para verificar se o resíduo era metálico. Em caso positivo, o braço robótico (Figura 1a) foi ativado de forma precisa para remover o material e direcioná-lo ao recipiente adequado.

A lógica de controle implementada por meio da programação demonstrou funcionamento estável, com resposta rápida e sem falhas de identificação dentro do ambiente simulado. A integração entre os componentes (sensor, atuadores e controle lógico) mostrou-se viável e coerente com os objetivos do projeto. Com base nos resultados obtidos, a próxima etapa será a construção física do protótipo, o que permitirá validar o desempenho do sistema em condições reais. Essa fase exigirá ajustes mecânicos, testes com sensores reais e refinamento da programação para garantir eficiência, robustez e segurança na operação do braço robótico em ambientes de triagem de resíduos.

**Figura 1 – Simulação do braço robótico e do mundo personalizado no GEARS**



(a) Braço robótico com sensor magnético



(b) Mundo personalizado

Fonte: Autoria própria



**XVII SICTI**  
Seminário de Iniciação Científica,  
Tecnológica e Inovação

**X SIMIT**  
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e  
COOPERAÇÃO  
na AMAZÔNIA**

**16 a 19 de  
Setembro**

**IFPA Campus Bragança**

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento de um braço robótico com detecção de metais aplicado à separação de resíduos apresenta-se como uma solução promissora para modernizar e tornar mais eficiente o processo de reciclagem em centros de triagem e lixões. Através da simulação, foi possível validar o funcionamento do sistema, demonstrando que a integração entre sensores, programação e atuadores pode automatizar com precisão a identificação e a remoção de materiais metálicos.

A pesquisa e o projeto simulado contribuíram para o aprofundamento do conhecimento em automação, controle e robótica aplicada à sustentabilidade, além de servirem como base para a futura implementação física do sistema. Com melhorias e testes em ambientes reais, este tipo de tecnologia pode colaborar significativamente para a redução de resíduos não reciclados e para a preservação ambiental, ao mesmo tempo em que reduz a exposição de trabalhadores a condições insalubres.

## Referências

- SANTOS, T. Análise das centrais de triagem de resíduos sólidos de São Paulo. 2014. 60f. TCC (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, 2014.
- RENCELJ, L. S.; NEGREIROS, A. C. S. V. Revolução sustentável: como a automação pode transformar a indústria de reciclagem rumo à sustentabilidade ambiental. 2025. 97f. TCC (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2025.