

Autores : Maria Cecília Santos de Oliveira Pinto, Allan Santana Dos Santos, Higor Guilherme Quintiliano da Cruz
Orientadores: Rodrigo Marendaz Silva Pimenta, Claudia Barucke Marcondes

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
Cidade : Rio de Janeiro
Contato de e-mail : rodrigo.pimenta@cefet-rj.br

INTRODUÇÃO

A relação entre a sociedade e o lixo é profundamente complexa, enraizada em uma cultura que historicamente negligenciou a responsabilidade ambiental. De acordo com dados do IBGE, o Brasil produz aproximadamente 180 mil toneladas de resíduos sólidos diariamente, e grande parte desse volume é descartado de forma inadequada, gerando prejuízos econômicos anuais superiores a R\$8 bilhões.

Neste contexto, nosso projeto visa contribuir para a área da reciclagem e gestão de resíduos por meio da aplicação da IA no desenvolvimento de um sistema de Classificação Automática de Resíduos Recicláveis, utilizando técnicas de IA, sensores e processamento de imagem, oferecendo uma oportunidade valiosa para a interdisciplinaridade e o aprendizado prático, promovendo o desenvolvimento acadêmico e profissional do aluno pesquisador.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto, dividido em módulos, concentra-se nessa primeira etapa no módulo Classificador de Lixo, que se encontra em fase final de desenvolvimento, responsável por classificar diferentes resíduos recicláveis através da análise de características visuais. O desenvolvimento desse módulo envolveu o estudo de técnicas de aprendizado de máquina, resultando em algoritmos adaptados para a finalidade do projeto.

O algoritmo do Classificador de Lixo passou por duas fases. Na primeira, ocorreu o pré-processamento das imagens, com redimensionamento e extração de características usando a técnica HOG (Figura 1). A segunda fase consistiu no treinamento do classificador utilizando técnicas de aprendizado de máquina existentes na literatura, sendo a técnica SVM a que apresentou os melhores resultados até o momento.



Figura 1 – Exemplo de extração de característica HOG da imagem de um metal.

O desenvolvimento foi feito em Python, utilizando um banco de dados com 13.000 imagens de referência para treinamento e teste do classificador, com tempo de processamento para treinamento e teste em torno de 8 horas utilizando um computador com Pentium 5 e 8 GB de RAM.

Para o protótipo estão sendo estudadas diversas geometrias e materiais. O conceito já está definido e pode ser visto na Figura 2. Mas ainda não existe o modelo final para ser apresentado nesse momento da pesquisa.



Figura 2 - Modelo 3D do primeiro conceito projetado para a Lixeira Inteligente.

Como ainda existem módulos a serem desenvolvidos, os materiais a serem utilizados ainda estão em fase de definição, mas é possível antecipar que são materiais bem diversos como microcontroladores, sensores, atuadores, câmera, LEDs, display, motores de passo, engrenagens, energia elétrica, acrílico, perfis metálicos, entre outros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do módulo Classificador de Lixo alcançou uma eficiência de 65%, evidenciando um progresso significativo nos estudos. Inicialmente, a taxa de acerto era de apenas 5%, mas ajustes como equalização de quantidade de imagens por classe, expansão da base de dados de treinamento e otimização do kernel SVM contribuíram para o aumento gradual das taxas de acerto.

No entanto, o classificador SVM apresenta limitações para separação de três ou mais classes, resultando em aumento da complexidade, falsos positivos e falsos negativos e restrição na taxa de acerto. Diante disso, a literatura sugere técnicas mais avançadas, como a Rede Neural Convolucional, para a separação de múltiplas classes. Os estudos futuros se concentrarão nessa abordagem.

Na fase de treinamento, 80% das imagens foram usadas, reservando 20% para testes independentes, evitando viés nos resultados. Durante os testes, a taxa de acerto foi medida com precisão. A implementação do código em Python e os testes com lixo real, capturados por uma câmera, resultaram em uma taxa de acerto de cinco itens a cada dez testados. Fatores externos, como iluminação e cor da plataforma de testes, podem ter impactado o protótipo, mas a taxa de acerto se aproximou das observadas nos testes. A próxima etapa envolverá o estudo de fatores externos para aprimorar a próxima versão do módulo Classificador de Lixo.

O projeto está sendo desenvolvido no Laboratório de Redes Inteligentes do curso de Telecomunicações do CEFET/RJ, conforme Figura 3, com grande destaque para o protagonismo dos alunos e seu desenvolvimento acadêmico e interdisciplinar.

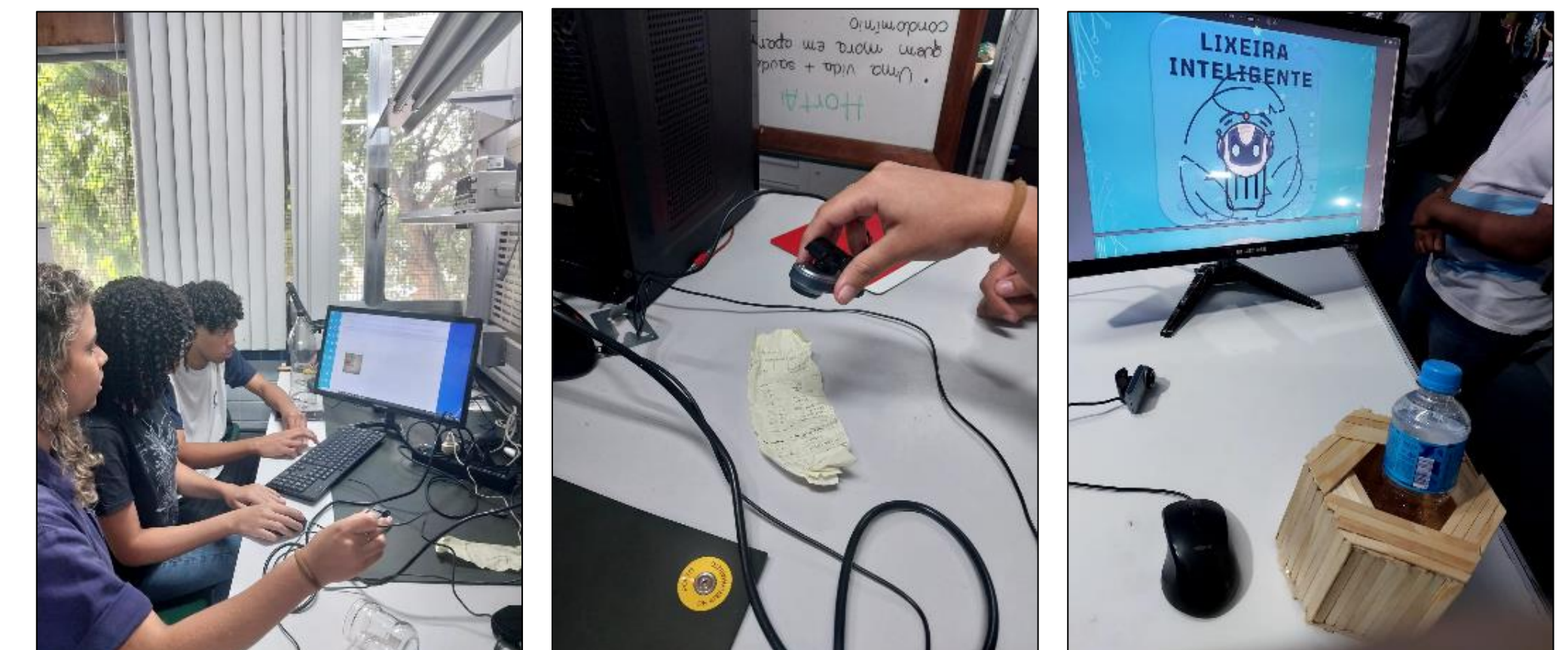


Figura 3 – Alunos trabalhando no projeto da Lixeira Inteligente utilizando a infraestrutura do laboratório de Redes Inteligentes do curso de Telecomunicações do CEFET/RJ.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto está em fase de desenvolvimento e com resultados bem promissores. Apenas um módulo está sendo finalizado, que é o módulo Classificador de Lixo, mas com o peso de ser o módulo principal e que demanda mais horas de pesquisa.

A integração de tecnologias de ponta e o enfoque na sustentabilidade reforçam a relevância deste estudo para a inovação e o progresso da gestão de resíduos e da preservação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Na realização deste projeto de pesquisa, é importante agradecer ao Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ), unidade Maracanã, que ofertou apoio técnico e infraestrutura para que as atividades de iniciação científica se desenvolvessem, ao CEFET/RJ e CNPq pelo apoio financeiro através da bolsa PIBIC-EM, e à colega Luiza Moreira Gomes que nos acompanha nessa pesquisa desde o início e com bastante entusiasmo.

REFERÊNCIAS

- NUNES, Alexandre Magno da Silva. Projeto LISA: Lixeira Inteligente Seletiva Automática. João Pessoa, 2018. Disponível em: repositorio.ufpb.br.
- Silva, T. R. C. B., & Santos, W. S. (2020). "Aplicação de IoT no Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos: uma revisão da literatura". Revista Tecnologia & Sociedade, 16(40), 314-335.
- GOMES, Pedro César Tebaldi. Machine Learning: Um Guia sobre Aprendizado de Máquinas. 26 Jun 2019.