

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROJETO DE PESQUISA

EDITAL DE FOMENTO A PROJETOS DE PESQUISA, DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS E INOVAÇÕES 2025

UNIDADE PROPONENTE

Campus:
CEFET/RJ

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto:
Lixeira Inteligente com Classificação Automática de Resíduos Recicláveis

Grande Área de Conhecimento: ENGENHARIAS

Área de Conhecimento:
ENGENHARIA ELÉTRICA

Período de Execução:
Início: **10/06/2025** | Término: **10/06/2026**

Nome do Responsável (Coordenador):
Claudia Barucke Marcondes

Titulação:
DOUTORADO

Matrícula:
2304661

Vínculo:
Voluntário

Departamento de Lotação:
DEPEQ

Telephone:
(21) 2722-6474

E-mail: claudia.marcondes@cefet-rj.br

EQUIPE PARTICIPANTE

Professores e/ou Técnicos Administrativos do CEFET/RJ

Membro	Contatos	Vínculo	Titulação
Nome: Claudia Barucke Marcondes Matrícula: 2304661	Tel.: (21) 2722-6474 E-mail: claudia.marcondes@cefet-rj.br	Voluntário	DOUTORADO

DISCRIMINAÇÃO DO PROJETO

Resumo

O presente projeto foi idealizado com base na percepção dos alunos acerca do descarte inadequado do lixo no CEFET-RJ, que perpetua, mesmo com a identificação visual universal em cores nas lixeiras. A proposta é que o lixo seja despejado de maneira correta e de forma prática, sendo de fácil acesso a todos os usuários, bem como incentivar o engajamento para ações coletivas e sustentáveis a partir de abordagens iterativas sobre educação ambiental na instituição, buscando um desenvolvimento tecnológico de inovação.

Dessa forma, o projeto visa desenvolver e criar um protótipo de uma Lixeira Seletiva Inteligente (LSI) que realiza classificação e separação automática de resíduos como metal, plástico, vidro, papel, pilhas e baterias, em compartimentos distintos, permitindo a correta destinação de cada

categoria de resíduo. Nesse contexto, o planejamento inicial para a construção da lixeira passa pela programação do sistema de separação, sensoramento, atuadores, concepção da estrutura, montagem do protótipo, e testes experimentais.

Para a execução do protótipo deste projeto será necessária a aquisição (objeto desta proposta) de diferentes dispositivos eletrônicos, tais como: **sensores, atuadores, microcontroladores e microprocessadores, resistores, além de suprimento para a impressora 3D e equipamentos de medidas - multímetro**, para montagem e testes do protótipo. Juntamente com a montagem do protótipo, será desenvolvida uma programação com Inteligência Artificial, para este desenvolvimento estão sendo solicitados **Notebooks e Monitores**, para análise e processamento das imagens dos lixos descartados, processo essencial para os níveis de identificação, classificação e destinação dos dejetos aos respectivos nichos, referentes ao processo de programação anteriormente citado.

A proposta do projeto busca impactar de forma positiva o meio ambiente e, principalmente, servir como fonte de incentivo para a comunidade escolar ser mais consciente da necessidade de preservar a natureza e, ao mesmo tempo, instigar a inserção dos alunos na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico pela preservação e desenvolvimento de projetos nesse ecossistema, **em cumprimento aos ODSs 9 (ODS 9.4 - modernizar infraestruturas e reabilitar indústrias para torná-las sustentáveis) e 12 (12.5 - Reduzir a geração de resíduos por meio de prevenção, redução, reciclagem e reuso).**

Introdução

A relação sociedade-lixo é complexa e permanece enraizada na cultura que se desenvolveu através da omissão de responsabilidade ambiental pela sociedade, que, inclusive, ainda possui forte protagonismo na contemporaneidade. Segundo a última pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são recolhidos no Brasil cerca de 180 mil toneladas diárias de resíduos sólidos. Vale ressaltar que a maior parte desses resíduos são jogados, sem qualquer tratamento, em aterros ou lixões a céu aberto, assim, ainda geram um prejuízo econômico que ultrapassa R\$8 bilhões anuais.

O hábito de gastos excessivos, portanto, gera não só inúmeras toneladas de resíduos, como também projetam uma falta de planejamento e cuidado com a coleta e destinação desses materiais por parte dos indivíduos que compõem a sociedade, em especial as autoridades públicas. Nesse sentido imenso, a dimensão do descuido social em relação ao próprio lixo tomou proporções incontáveis e, conseqüentemente, caminham pouco a pouco para um possível colapso mundial, na medida que põe em risco a sobrevivência dos seres humanos e do ecossistema como um todo. De acordo com o WWF, Fundo Mundial para a Natureza, o Brasil está entre os seis países com maior produção de lixo do mundo, onde quatro em cada dez brasileiros não separam o lixo orgânico do reciclável e 76% não fazem qualquer tipo de separação de materiais. Apesar da existência de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos obrigando todos os municípios a implementarem a coleta seletiva de resíduos, no Brasil somente 18% das cidades possuem este serviço, explicando o massivo descarte inapropriado nos municípios e o acúmulo de lixo gerado nos lixões e aterros.

Sob esse viés, urge a necessidade de implantação de medidas e ações que possam auxiliar na diminuição dos impactos gerados na natureza. A separação e, posteriormente, a reciclagem do lixo são essenciais nesse quesito, além de serem benéficos para a economia e para a saúde pública. A Inteligência Artificial (IA) representa uma revolução tecnológica que capacita máquinas a agirem

de maneira semelhante ao ser humano, combinando algoritmos inteligentes que possibilitam a identificação, classificação e previsão de comportamentos e eventos.

Neste contexto, este projeto visa contribuir para a área da sustentabilidade com reciclagem e gestão de resíduos, em conformidade com os ODSs da ONU, 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. 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.

Justificativa

A gestão eficiente dos resíduos sólidos é uma questão de extrema relevância ambiental e social, especialmente diante dos desafios globais relacionados à sustentabilidade e à preservação dos recursos naturais. Nesse contexto, o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras, como a Lixeira Inteligente com Classificação Automática de Resíduos Recicláveis, emerge como uma estratégia promissora para otimizar e facilitar o processo de reciclagem e está em conformidade com os ODSs da ONU. Abaixo estão algumas justificativas para iniciar uma pesquisa nesse tema:

1. **Necessidade de Otimização da Gestão de Resíduos:** A crescente produção de resíduos sólidos urbanos demanda soluções eficazes para a sua gestão e tratamento adequados. A automação do processo de triagem e classificação dos resíduos recicláveis por meio de uma lixeira inteligente pode contribuir significativamente para a otimização desse gerenciamento.
2. **Benefícios Ambientais da Reciclagem:** A promoção da reciclagem é fundamental para a redução do volume de resíduos destinados a aterros sanitários, bem como para a conservação de recursos naturais e a redução da pegada ambiental. Uma lixeira inteligente com classificação automática incentiva e facilita a prática da reciclagem.
3. **Aplicação de Tecnologias Avançadas:** A utilização de visão computacional e aprendizado de máquina para implementar a classificação automática de resíduos demonstra o potencial das tecnologias emergentes na resolução de desafios ambientais. Essas tecnologias podem ser aplicadas de forma inovadora para promover práticas mais sustentáveis.
4. **Interdisciplinaridade e Colaboração:** O projeto envolve conhecimentos de diversas áreas, como engenharia, ciência da computação e gestão ambiental, promovendo a interdisciplinaridade e estimulando a colaboração entre diferentes especialidades.
5. **Conscientização e Educação Ambiental:** A implementação de uma lixeira inteligente com classificação automática pode contribuir para a conscientização ambiental ao demonstrar a viabilidade e os benefícios da tecnologia na promoção de práticas sustentáveis.
6. **Demonstração do Potencial da Tecnologia:** O projeto busca demonstrar o potencial da tecnologia para resolver desafios complexos e promover soluções inovadoras em questões ambientais, servindo como um exemplo concreto de aplicação da tecnologia para a sustentabilidade urbana.

Para a execução do protótipo deste projeto será necessária a aquisição (objeto desta proposta) de diferentes dispositivos eletrônicos, tais como: **sensores, atuadores, microcontroladores e microprocessadores, resistores, além de suprimento para a impressora 3D e equipamentos de medidas - multímetro**, para montagem do protótipo e **Notebooks e Monitores** para o desenvolvimento da programação, análise e processamento de imagens .

A implantação desta lixeira inteligente com classificação automática de resíduos recicláveis representa uma oportunidade única para abordar os desafios contemporâneos relacionados à gestão de resíduos sólidos. Espera-se que este projeto contribua não apenas para a redução do impacto ambiental, mas também para a disseminação de práticas mais responsáveis e sustentáveis na sociedade, além de promover a introdução do aluno na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico com inovação.

Fundamentação Teórica

A gestão eficaz de resíduos sólidos urbanos é um desafio global que demanda soluções inovadoras e tecnologicamente avançadas. O desenvolvimento de sistemas inteligentes de classificação de resíduos tem ganhado destaque devido à sua capacidade de automatizar e otimizar o processo de reciclagem, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e para a economia de recursos naturais. Nesta seção, são apresentados os principais conceitos e teorias relacionados ao projeto de uma Lixeira Inteligente com Classificação Automática de Resíduos Recicláveis. Algumas das principais fundamentações teóricas para essa pesquisa são:

1. **Reciclagem e Sustentabilidade:** A reciclagem é um componente fundamental da economia circular, que busca minimizar o desperdício e maximizar a reutilização de materiais. A implementação de tecnologias de classificação automática de resíduos promove a reciclagem ao facilitar a separação e o processamento eficiente de materiais recicláveis.
2. **Visão Computacional e Aprendizado de Máquina:** A visão computacional e o aprendizado de máquina são áreas da inteligência artificial que desempenham um papel crucial na classificação automática de resíduos. Algoritmos de visão computacional podem identificar e distinguir diferentes tipos de materiais com base em características visuais, enquanto os modelos de aprendizado de máquina podem ser treinados para realizar essa classificação de forma precisa e eficiente.
3. **Sensores e Tecnologias de Detecção:** O desenvolvimento de sensores avançados, como sensores ópticos e de infravermelho, permite a captura de dados precisos sobre os resíduos. Esses dados são essenciais para o processo de classificação automática, pois fornecem informações sobre a composição e as propriedades dos materiais.
4. **Tecnologias Emergentes na Gestão de Resíduos:** O uso de tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT) e computação em nuvem, permite a criação de sistemas integrados de gestão de resíduos. Essas tecnologias permitem a monitorização em tempo real, a análise de dados e a automação de processos, melhorando a eficiência e a eficácia das operações de reciclagem.
5. **Aspectos Socioeconômicos da Reciclagem:** Além dos benefícios ambientais, a reciclagem contribui para a geração de empregos verdes, o desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis e a redução dos impactos negativos associados ao descarte inadequado de

resíduos. A implementação de uma lixeira inteligente com classificação automática pode promover o desenvolvimento socioeconômico local e regional.

Esta fundamentação teórica fornece uma base conceitual sólida para o projeto de uma Lixeira Inteligente com Classificação Automática de Resíduos Recicláveis, destacando a importância das tecnologias avançadas e inovadoras na promoção da sustentabilidade e na melhoria da gestão de resíduos sólidos urbanos.

Objetivo Geral

O objetivo principal do projeto é criar um ecossistema de funcionamento de uma Lixeira Inteligente com Tecnologia de Visão Computacional para a Classificação Automática de Resíduos Recicláveis.

Visão Computacional é uma área da inteligência artificial que se concentra no desenvolvimento de algoritmos e sistemas capazes de interpretar e entender imagens e vídeos. Ela envolve o processamento de imagens digitais, a análise de conteúdo visual e a extração de informações visuais úteis. A Visão Computacional é utilizada em diversos campos, como reconhecimento de objetos e pessoas, detecção de padrões e movimento, diagnósticos médicos, controle de qualidade, entre outros.

A Classificação Automática de Resíduos Recicláveis é uma técnica de processamento de imagens e aprendizado de máquina que visa identificar e separar diferentes tipos de resíduos recicláveis, como plástico, vidro, papel e metal, por meio de análise de suas características visuais. Essa classificação é feita de forma automática, sem a necessidade de intervenção humana, o que torna o processo mais rápido e eficiente.

Metas

- 1 - Meta 1: Levantamento de Requisitos e Especificações
- 2 - Meta 2: Projeto e Desenvolvimento do Protótipo
- 3 - Meta 3: Testes e Validação
- 4 - Meta 4: Disseminação de Resultados

Metodologia da Execução do Projeto

A metodologia de execução do projeto seguirá o modelo AEPI (Análise, Estratégia, Plano e Implementação), que envolve uma análise detalhada dos requisitos do projeto, definição de objetivos e metas específicas, elaboração de um plano detalhado de atividades e implementação do protótipo da lixeira inteligente em ambiente piloto para testes e validação, permitindo ao aluno pesquisador a oportunidade de adquirir conhecimentos teóricos e práticos sobre projetos e prototipagem, desenvolvendo habilidades em tecnologia, sustentabilidade e gestão, por meio da realização de experimentos, análise de dados e participação em projetos de implementação, visando o seu crescimento acadêmico e profissional em áreas interdisciplinares.

A etapa de análise prevê realizar uma revisão bibliográfica abrangente sobre lixeiras inteligentes, tecnologias de gestão de resíduos sólidos urbanos, sistemas de monitoramento ambiental e controle de resíduos, identificar os principais desafios e oportunidades das lixeiras inteligentes e analisar o cenário atual da gestão de resíduos sólidos na região da pesquisa, incluindo as práticas

de coleta seletiva, disponibilidade de recursos, tecnologias empregadas e demandas por inovação tecnológica.

A experimentação, etapa de rico aprendizado prático, busca projetar e implementar um protótipo de lixeira inteligente, considerando fatores como automação, sensoriamento e separação automática de resíduos, criando a infraestrutura necessária para realizar experimentos que permitam avaliar a eficiência dos sistemas utilizados, comparar com métodos tradicionais de gestão de resíduos, correlacionar fenômenos observados através de dados coletados e mensurar o desempenho do sistema, incluindo a precisão na classificação de resíduos recicláveis.

Durante a pesquisa, faz-se necessário estudar sobre os materiais mais adequados para construção de lixeiras inteligentes, considerando fatores como durabilidade, resistência às intempéries e facilidade de manutenção, além de investigar os benefícios socioeconômicos e ambientais das lixeiras inteligentes, incluindo aspectos como redução do volume de resíduos destinados a aterros sanitários, aumento da reciclagem de materiais, eficiência energética e redução da poluição ambiental.

Ao trabalhar a inovação, é preciso abordar o desenvolvimento de soluções inovadoras para os desafios identificados, como otimização da separação de resíduos, implementação de sistemas de notificação e feedback para usuários e integração com tecnologias de internet das coisas (IoT), permitindo propor estratégias de disseminação e implementação das lixeiras inteligentes em parceria com órgãos governamentais, instituições de ensino, comunidades locais e empresas, promovendo a conscientização e educação sobre a gestão sustentável de resíduos.

A disseminação dos resultados é parte essencial para compartilhar o conhecimento gerado e maximizar o impacto do trabalho realizado. Dessa forma, serão utilizadas estratégias de publicação científica, submissão de artigos para revistas especializadas em gestão ambiental, tecnologia e sustentabilidade, além de participações em conferências e eventos relacionados à temática de gestão de resíduos sólidos.

A elaboração de relatórios técnicos detalhados, apresentando os principais resultados, a metodologia utilizada, as análises realizadas e as conclusões obtidas, será de grande valia para a comunidade e poderá ser disponibilizada online, em sites institucionais e repositórios acadêmicos.

A produção de materiais educacionais, como manuais e guias práticos, ajudará a resumir e comunicar os principais resultados do projeto. Além disso, a divulgação por meio de plataformas de mídia social permitirá compartilhar informações sobre o projeto, atualizações e resultados relevantes com o público em geral, aumentando a conscientização sobre a importância da gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos.

Acompanhamento e Avaliação do Projeto

O acompanhamento e avaliação do projeto de lixeira inteligente será realizado através da definição de indicadores de desempenho que permitam medir o progresso e os resultados do projeto, tais como eficiência na classificação de resíduos, redução do volume de resíduos destinados a aterros

sanitários, impacto na reciclagem de materiais e taxa de assertividade do classificador para correta distribuição do lixo reciclado.

O monitoramento contínuo permitirá o acompanhamento periódico do andamento do projeto através da coleta de dados e informações relevantes, como registros de atividades, relatórios periódicos, observações diretas e entrevistas com os envolvidos.

Serão realizadas avaliações de impacto para analisar os efeitos da lixeira inteligente em relação aos objetivos propostos, envolvendo a coleta de dados antes e depois da implementação do projeto e a criação de grupos de controle para análise comparativa, buscando uma avaliação estatística dos resultados.

Os participantes terão uma participação ativa no processo de avaliação, através de reuniões, entrevistas individuais ou em grupo, questionários ou outras formas de consulta, promovendo um ambiente de aprendizado contínuo. O feedback dos envolvidos no projeto será valorizado e utilizado para ajustar e melhorar as estratégias, ações e revisões periódicas do plano de pesquisa, garantindo a ética na coleta de dados e a transparência na divulgação dos resultados obtidos.

Disseminação dos Resultados

Ao final do projeto proposto espera-se uma contribuição na inserção de uma abordagem prática do conceito de programação e de aprendizado de máquina na vida acadêmica do aluno. A tecnologia desenvolvida poderá ser compartilhada com a comunidade e o aprendizado conquistado apresentado na JIPP 2025/2026, SEPEX 2025, além de congressos, seminários e participação em feiras. Por se tratar de um protótipo de desenvolvimento tecnológico, espera-se também a realização de registros de Propriedade Intelectual na conclusão do Projeto.

As metas principais que visam alcançar resultados específicos e contribuir para o avanço do conhecimento no tema de lixeiras inteligentes:

Metas Principais:

1. Desenvolvimento de um classificador automático de lixo eficiente e preciso, capaz de identificar e separar corretamente os resíduos em categorias como plástico, vidro, papel, metal e pilhas.
2. Implementação de sensores e tecnologias adequadas para garantir a correta identificação e classificação dos materiais, considerando diferentes formatos, cores e texturas.
3. Redução significativa do volume de resíduos destinados a aterros sanitários, aumentando a taxa de reciclagem e promovendo a sustentabilidade ambiental.
4. Testes e validações extensivos do protótipo em ambientes reais para garantir a eficácia e confiabilidade do sistema de classificação automática.

Metas Secundárias:

1. Integração da lixeira inteligente com sistemas de coleta seletiva existentes, facilitando a logística de reciclagem e contribuindo para o aumento da eficiência operacional.
2. Desenvolvimento de um sistema de comunicação para enviar alertas sobre o nível de preenchimento da lixeira e solicitar coleta quando necessário.

3. Minimização do consumo energético do sistema através da implementação de soluções de baixo consumo e uso de fontes renováveis de energia.
4. Elaboração de manuais de instrução e materiais educativos para conscientização e engajamento da comunidade sobre a importância da reciclagem.
5. Estabelecimento de parcerias com empresas de reciclagem e órgãos governamentais para promover a adoção e implementação da lixeira inteligente em larga escala.
6. Avaliação do impacto socioeconômico e ambiental da lixeira inteligente, incluindo aspectos como redução de emissões de carbono, economia de recursos naturais e geração de empregos na área de reciclagem.

Essas metas identificadas inicialmente norteiam o desenvolvimento da pesquisa, mas não se bastam por si só. Outras necessidades podem surgir durante o desenvolvimento do projeto e poderão ser absorvidas e desenvolvidas.

Planejamento de metas para o projeto da Lixeira Inteligente, juntamente com atividades, resultados esperados e cronograma de execução:

Meta 1: Levantamento de Requisitos e Especificações

- **Atividade 1:** Realizar levantamento das necessidades e requisitos para a lixeira inteligente.

-Resultado Esperado: Documento com especificações detalhadas do sistema.

- Início: Maio 2025

- Fim: Junho 2025

- **Atividade 2:** Definir os sensores e atuadores necessários para o sistema de classificação automática de resíduos.

- Resultado Esperado: Lista de componentes e especificações técnicas.

- Início: Maio 2025

- Fim: Junho 2025

Meta 2: Projeto e Desenvolvimento do Protótipo

- **Atividade 1:** Projetar o sistema de classificação automática de resíduos.

- Resultado Esperado: Diagramas e esquemas técnicos do sistema.

- Início: Junho 2025

- Fim: Agosto 2025

- **Atividade 2:** Adquirir os componentes e montar o protótipo da lixeira inteligente.

- Resultado Esperado: Protótipo funcional com capacidade de classificar resíduos.

- Início: Junho 2025

- Fim: Outubro 2025

Meta 3: Testes e Validação

- **Atividade 1:** Realizar testes de funcionamento e precisão do sistema de classificação.

- Resultado Esperado: Dados de desempenho e eficácia do protótipo.

- Início: Setembro 2025

- Fim: Novembro 2025

- **Atividade 2:** Avaliar resultados dos testes e realizar ajustes no protótipo.

- Resultado Esperado: Relatório de validação com recomendações para melhorias.

- Início: Novembro 2025

- Fim: Dezembro 2025

Meta 4: Disseminação de Resultados

- **Atividade 1:** Elaborar relatórios técnicos e científicos sobre o projeto.

- Resultado Esperado: Documentos prontos para publicação e divulgação.

- Início: Janeiro 2026

- Fim: Fevereiro 2026

- **Atividade 2:** Realizar apresentações e workshops para compartilhar os resultados com a comunidade.

- Resultado Esperado: Engajamento da comunidade local e divulgação dos resultados.

- Início: Fevereiro 2026

- Fim: Março 2026

- **Atividade 3:** Analisar a viabilidade e registrar a Propriedade Intelectual do desenvolvimento tecnológico.

- Resultado Esperado: Registro de Propriedade Intelectual.

- Início: Março 2026

- Fim: Abril 2026

Referências Bibliográficas

BRANDT, Mateus Lucas Cruz; RENKEN, André Luís Felber; LEITE, Marcela. LIXEIRA INTELIGENTE: Desenvolvimento de um dispositivo separador de materiais recicláveis. **Anais da Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)-e-ISSN 2316-7165**, v. 1, n. 12, 2019.

BRANDT, Mateus Lucas Cruz. Lixeira Inteligente: Desenvolvimento de um separador automático de resíduos recicláveis. 2019.

SAMPAIO, ALEXANDRA FRANCISCATTO PENTEADO. **TÍTULO: SEPARADOR INTELIGENTE DE RESÍDUOS SECOS PARA FACILITAR A RECICLAGEM DE MATERIAIS**. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA.

NUNES, Alexandre Magno da Silva. Projeto LISA: lixeira Inteligente seletiva automática. 2018.

NOGUEIRA, Luiz Henrique Gomes; FREGNANI, Luigi Palmigiano; MARTINS, Gabriel Galati. Sistema de inspeção automatizada utilizando inteligência artificial aplicada na reciclagem de garrafas de vidro. 2023.

CHAGAS, César S. et al. Utilização de redes neurais artificiais na classificação de níveis de degradação em pastagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 319-327, 2009.

MARANA, Aparecido Nilceu; PAPA, João Paulo; CHIACHIA, Giovani. Análise de Desempenho de Classificadores Baseados em Redes Neurais, Máquinas de Vetores de Suporte e Florestas de Caminhos Ótimos para o Reconhecimento de Dígitos Manuscritos. **Bauru: UNESP, Faculdade de Ciências, Departamento de Computação**, 2014.

DE OLIVEIRA, Arthur Vitor Matias; DA SILVA, Maykon Moraes; DE CASTRO, Angélica Félix. Estudo Comparativo de Desempenho Entre SVM e MLP no Reconhecimento de Imagens. **Anais do Encontro de Computação do Oeste Potiguar ECOP/UFERSA (ISSN 2526-7574)**, v. 1, n. 4, 2020.

BRITO, Ricardo. Estudo comparativo de análise e classificação de base de dados utilizando redes neurais mlp e máquinas de vetores de suporte svm. 2018.

MARTINS, Maurício Pozzobon; GUIMARÃES, Lamartine N. Frutuoso; FONSECA, Leila Maria Garcia. Classificador de texturas por redes neurais. In: **Anais do II Congresso Brasileiro de Computação, Itajaí-SC**. 2002.

SOVIERZOSKI, Miguel Antonio; ARGOUD, Fernanda Isabel Marques; DE AZEVEDO, Fernando Mendes. Treinamento de um Classificador Neural Binário: Estimativa da Distribuição de Padrões. In: **Congresso Brasileiro de Informática em Saúde**. 2008. p. 1-6.

BRITO, Andrey et al. Processamento confidencial de dados de sensores na nuvem. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2020.

MARCONDES, Guilherme Augusto Barucke. Matemática com Python - Um guia prático. **Novatec Editora Ltda. São Paulo, 1a. edição, 2018.**

PADOVAM, Alessandra Rodrigues Cardoso et al. Integração de dados para sistema em nuvem utilizando Python e TSQL. **Sínteses: Revista Eletrônica do SimTec**, n. 8. Eixo 1, p. e0220847-e0220847, 2022.

ANTONELLO, Ricardo. Introdução a Visão Computacional com Python e OpenCV. **Santa Catarina, 1a edição, 2018.**

TEIXEIRA, Karla dos Santos et al. Uma proposta metodológica de integração de técnicas de análise espectral e de inteligência computacional, baseadas em conhecimento, para o reconhecimento de padrões em imagens multiespectrais. 2012.

LEITE, Diego de Oliveira; PRADO, Rogério Junqueira. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, p. 2504, 2012.

MARTINHO, José Manuel Gaspar. Espectroscopia de absorção no ultravioleta e visível. **Bol. da**, 1994.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. **Primeiros Passos com o Arduino-2ª Edição: A plataforma de prototipagem eletrônica open source.** Novatec Editora, 2015.

DA SILVA, Rogério Oliveira; ARAUJO, Warley Monteiro; CAVALCANTE, Maxwell Machado. Visão geral sobre microcontroladores e prototipagem com arduino. **Tecnologias em Projeção**, v. 10, n. 1, p. 36-46, 2019.

SANTOS JUNIOR, José Barreto dos. **Desenvolvimento de protótipo para controle de acesso utilizando reconhecimento facial.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Meta Atividade Especificação		Indicador(es) Qualitativo(s)	Responsável	Participantes	Período de Execução	
					Início	Término
1	1	Atividade 1 - Realizar levantamento das necessidades e requisitos para a lixeira inteligente. Documento com especificações detalhadas do sistema.	Claudia Barucke Marcondes	Claudia Barucke Marcondes	30/05/2025	30/06/2025
1	2	Atividade 2: Definir os sensores e atuadores necessários para o sistema de classificação automática de resíduos. Resultado Esperado: Lista de componentes e especificações técnicas.	Claudia Barucke Marcondes	Claudia Barucke Marcondes	30/05/2025	30/06/2025
2	1	Atividade 1: Projetar o sistema de classificação automática de resíduos. Resultado Esperado: Diagramas e esquemas técnicos do sistema.	Claudia Barucke Marcondes	Claudia Barucke Marcondes	01/06/2025	31/08/2025
2	2	Atividade 2: Adquirir os componentes e montar o protótipo da lixeira inteligente. Resultado Esperado: Protótipo funcional com capacidade de classificar resíduos.	Claudia Barucke Marcondes	Claudia Barucke Marcondes	30/06/2025	31/10/2025
3	1				01/09/2025	30/11/2025

Meta Atividade Especificação		Indicador(es) Qualitativo(s)	Responsável	Participantes	Período de Execução Início Término	
3	2	Atividade 1: Realizar testes de funcionamento e precisão do sistema de classificação.	Resultado Esperado: Claudia Barucke Marcondes Dados de desempenho e eficácia do protótipo.	Claudia Barucke Marcondes	01/11/2025	31/12/2025
		Atividade 2: Avaliar resultados dos testes e realizar ajustes no protótipo.	Resultado Esperado: Claudia Barucke Marcondes Relatório de validação com recomendações para melhorias.	Claudia Barucke Marcondes		
4	1	Atividade 1: Elaborar relatórios técnicos e científicos sobre o projeto.	Resultado Esperado: Claudia Barucke Marcondes Documentos prontos para publicação e divulgação.	Claudia Barucke Marcondes	02/01/2026	28/02/2026
4	2	Atividade 2: Realizar apresentações e workshops para compartilhar os resultados com a comunidade.	Resultado Esperado: Claudia Barucke Marcondes Engajamento da comunidade local e divulgação dos resultados.	Claudia Barucke Marcondes	01/02/2026	31/03/2026
4	3	Atividade 3: Analisar a viabilidade e registrar a Propriedade Intelectual do desenvolvimento tecnológico.	Resultado Esperado: Claudia Barucke Marcondes Registro de Propriedade Intelectual.	Claudia Barucke Marcondes	01/03/2026	30/04/2026

PLANO DE APLICAÇÃO

Classificação da Despesa	Especificação	PROPI (R\$)	DIGAE (R\$)	Campus Proponente (R\$)	Total (R\$)
TOTAIS		0	0	0	0

Anexo A

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CLASSIFICAÇÃO DE DESPESA	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
TOTAL GERAL					-

Documento Digitalizado Público

Projeto Lixeira Inteligente com Classificação Automática de Resíduos Recicláveis

Assunto: Projeto Lixeira Inteligente com Classificação Automática de Resíduos Recicláveis
Assinado por: Claudia Marcondes
Tipo do Documento: Projeto
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

▪ **Claudia Barucke Marcondes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 08/07/2025 18:09:11.

Este documento foi armazenado no SUAP em 08/07/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.cefet-rj.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 181930
Código de Autenticação: 169568458e

