



TECNOLOGIA PARA COLETA DE LIXO NAS PRAIAS: PROJETO ROBÔ BEIRA-MAR

Ana Luiza Ribeiro de Oliveira , Mônica Nunes Junquetti e Marina Laís Rosa

Ensino Médio, SESI, Taubaté, SP, Brasil

Mariana de Almeida Machado Leal (orientadora) E-mail: mariana.machado@sesisp.org.br

Resumo: O crescimento da produção global tem gerado impactos significativos, especialmente nas praias e comunidades costeiras, que enfrentam sérios problemas de poluição decorrente do consumo excessivo. O acúmulo de lixo nessas áreas prejudica a vida marinha, com resíduos deixados nas areias que acabam chegando ao oceano. Nesse contexto, surge o Projeto Robô Beira-Mar, que busca reduzir o lixo, especialmente o plástico, nas regiões litorâneas do Brasil e de outros países. O projeto visa proteger o meio ambiente e a vida marinha por meio da coleta e separação de resíduos, além de apoiar a população local na limpeza das praias. Para desenvolver o protótipo, entrevistamos ONGs locais que organizam campanhas de coleta, cujas informações foram fundamentais para guiar o projeto. Utilizando softwares de modelagem 3D e desenho 2D, como Autodesk Inventor e Corel Draw, começamos a estruturar o robô, que foi construído em uma máquina de corte a laser Trotec. Projetado para coletar micro lixo em praias de areia fofa, o robô conta com um mecanismo de varredura que permite recolher pequenos resíduos, contribuindo para um ambiente mais limpo e sustentável. O projeto destaca a importância da tecnologia aliada à preservação ambiental.

Palavras-chave: Poluição, Vida marinha, Lixo, Sustentabilidade, Robótica.

1. INTRODUÇÃO

A crescente produção no mundo tem gerado impactos significativos em diversas áreas da vida em sociedade, com praias e comunidades costeiras sofrendo constantemente os danos da poluição resultante dessa cultura de consumo e produção excessiva. Em várias regiões costeiras do país, o lixo se tornou um problema crítico para a vida marinha, prejudicada pelos resíduos deixados na areia que eventualmente chegam ao oceano. A produção de lixo acompanha a trajetória humana desde os primórdios, quando os resíduos eram naturais e gerados em menor escala, mas o problema ganhou dimensão global com o crescimento populacional e a Revolução Industrial, que introduziram o consumo e produção em massa. Esse consumo excessivo levou a um descarte elevado, e a partir da metade do século XX, a sociedade começou a se atentar aos impactos ambientais. Hoje, o acúmulo de lixo nas praias é uma ameaça séria à vida marinha. Surge, então, a questão de como reduzir o lixo, especialmente o plástico, nas áreas litorâneas para proteger o meio ambiente e a fauna aquática. O Projeto Robô Beira-Mar propõe-se a enfrentar essa problemática, com o objetivo de diminuir o lixo em regiões litorâneas no Brasil e no mundo, promovendo a coleta e separação de resíduos e ajudando a população local na limpeza das praias. A realização desse projeto demonstrou a relevância de unir tecnologia e ações ambientais, provando que, juntas, elas podem mitigar os impactos do lixo no ecossistema



marinho e costeiro. O lixo é hoje um dos principais agentes poluentes do planeta, degradando biomas e comprometendo a biodiversidade, especialmente em regiões litorâneas, onde resíduos afetam diretamente ecossistemas marinhos. Além do acúmulo físico, esses resíduos liberam gases poluentes que intensificam o efeito estufa e outras consequências ambientais graves. Em 2015, o Brasil era o 16º país que mais poluía os oceanos, sendo o plástico o principal resíduo encontrado. A ampla utilização do plástico, um material de degradação lenta, tornou-se uma questão ambiental alarmante. A partir do século XX, o consumo de plástico aumentou, impulsionado pela produção durante a Segunda Guerra Mundial e pela crescente demanda de bens de consumo, tornando o plástico um material onipresente e com sérios riscos ecológicos.

2. OBJETIVO E QUESTÃO PROBLEMA

Tendo em vista a grande intensificação da presença de lixo nas praias, um problema alarmante que resulta do aumento da população nas regiões litorâneas, combinado à falta de consciência ambiental, a equipe idealizou o Robô Beira-Mar, uma iniciativa inovadora que visa enfrentar diretamente esse desafio. O principal objetivo desse mecanismo diminuir o número de resíduos nocivos, com especial atenção ao plástico, que se tornou um dos maiores vilões da poluição marinha, em áreas litorâneas tanto no Brasil quanto em outras partes do mundo. Para além de sua função prática, o projeto busca atuar como um agente educacional, promovendo atividades que conscientizam os visitantes sobre a importância de preservar os ecossistemas marinhos e incentivando práticas sustentáveis.

Para alcançar essa meta, o Robô Beira-Mar atuará em colaboração com instituições e organizações que já realizam a coleta de lixo nas praias, formando uma rede de esforços que potencializa a eficácia da limpeza. A equipe acredita que a união de tecnologia e ação comunitária é essencial para lidar com essa questão complexa e multifacetada. Assim, busca contribuir de maneira significativa para a proteção da natureza e da vida marinha, através da coleta e reserva de resíduos, além de auxiliar a população na remoção de materiais indesejados.

O Robô Beira-Mar, portanto, visa criar um futuro em que as praias não sejam apenas locais de lazer, mas espaços protegidos e respeitados, onde a interação entre os seres humanos e a biodiversidade marinha seja harmoniosa e sustentável. Essa iniciativa, além de resolver a questão imediata do lixo, busca engajar a sociedade em uma luta mais ampla pela conservação do planeta.

3. MÉTODOS

Durante todo o desenvolvimento e concepção do projeto, foram aplicados métodos e etapas estruturadas para garantir a qualidade e desempenho nas fases de desenvolvimento. Para o design e planejamento, foram empregados softwares de modelagem 3D (Autodesk Inventor ou One Shape), desenho 2D (Corel Draw) e programação (Arduino IDE), além de ferramentas para organização de equipe e documentação, como Word, Excel e Teams.

Diante de qualquer desafio na produção do robô, a equipe identificava a questão e o problema, definindo objetivos e resultados esperados; em seguida, realizava uma pesquisa aprofundada para fundamentar o desenvolvimento, coletando dados sobre materiais, viabilidade técnica, restrições do projeto e requisitos do ambiente de aplicação.



Após a fase de investigação, utilizamos um software de modelagem 3D para criar uma versão digital do protótipo, permitindo testar virtualmente detalhes como dimensões, formas e funcionalidades para identificar e solucionar problemas antes da construção. Com o design aprovado, iniciamos a construção do robô, guiados por análises e registros documentados ao longo do processo para otimizar a solução. Durante todo o desenvolvimento, realizamos reuniões regulares para discutir o progresso, ajustar estratégias e resolver problemas, criando um espaço importante para compartilhar insights, identificar desafios emergentes e alinhar expectativas. Essa metodologia flexível e adaptativa foi crucial para o sucesso do projeto, permitindo que a equipe respondesse rapidamente a novos desafios e oportunidades, garantindo que o projeto avançasse de maneira coesa e direcionada.

4. IDEALIZAÇÃO DO PROJETO E PESQUISA PRÉVIA

Para aprofundar o tema e a questão-problema, realizamos pesquisas e entrevistas com ONGs que atuam na área. Através de análises feitas por meio de formulários aplicados à “Fundação Mamíferos Aquáticos” e ao “Projeto Coral Vivo”, conseguimos entender a organização dos eventos de limpeza, que normalmente envolvem de 100 a 300 voluntários trabalhando por 2 a 5 horas na coleta de lixo, resultando em uma média de mais de 200 quilos de resíduos recolhidos ao final do dia. O formulário continha perguntas de múltipla escolha direcionadas a essas instituições, visando auxiliar nossa pesquisa e compreender o funcionamento da coleta de lixo. Além disso, identificamos uma demanda significativa que justifica o uso do robô, seja para complementar os esforços manuais ou para substituir parte da mão de obra em situações onde o número de participantes é insuficiente. Também realizamos um encontro presencial com Guilherme Costilhas, membro da ONG Esmeralda, onde apresentamos nosso projeto e seus objetivos. Recebemos um feedback positivo, destacando que o robô tem um custo baixo e alta empregabilidade, características consideradas importantes por ele e por outras instituições para a aplicabilidade da tecnologia.



Figura 1 – Encontro com Guilherme Costilhas da ONG Esmeralda.

Fonte: Foto tirada pela orientadora Mariana Leal (04/09/24).



Nessa roda de conversa, foi esclarecida a importância de evidenciar que o robô será direcionado para praias com a areia fofa e seca, visto que em ambientes onde o solo é mais compacto não teria grandes resultados. Também recebemos informações sobre instrumentos auxiliares que a ONG utiliza durante os processos de coleta, sendo eles uma peneira feita de metal e uma “mão mecânica”, que foi muito agregador para a pesquisa já que sugere materiais resistentes para o nosso robô.

Após a definição do problema, a equipe avançou para a escolha dos métodos que seriam utilizados. Essa seleção foi estruturada de acordo com as necessidades específicas do projeto e as competências individuais de cada membro. A equipe considerou cuidadosamente as habilidades de cada integrante, garantindo que as ferramentas escolhidas fossem as mais adequadas para alcançar os objetivos estabelecidos.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

A partir das informações coletadas, demos início ao desenvolvimento do projeto, com o objetivo de identificar e implementar mecanismos conciliáveis que estivessem alinhados com as ideias levantadas nas etapas anteriores. Esse processo inicial foi essencial para garantir que as soluções propostas fossem não apenas viáveis, mas também eficazes e sustentáveis.

Para isso, a equipe realizou uma análise detalhada dos dados obtidos, que incluiu pesquisas com ONGs e conversas com representantes dessas organizações. Com base nessa análise e no diálogo constante, a equipe estabeleceu metas, delineando as características necessárias para o robô, sendo elas: baixo-custo, controlável remotamente, compacto e eficiente.

A. Início do Protótipo

Logo, iniciamos os primeiros esboços do projeto, dedicando atenção especial à pesquisa de diferentes mecanismos que poderiam ser integrados ao robô e seu tamanho. Um dos componentes centrais do nosso sistema é o mecanismo de varredura, projetado para retirar materiais da área inicial e depositá-los em um reservatório. Este reservatório é, então, conectado a uma peneira que classifica os diferentes tamanhos de partículas. Essa peneira desempenha um papel crucial, pois permite a separação eficiente entre as partes desejadas — como plásticos e outros resíduos recicláveis — e as impurezas, como areia ou restos orgânicos indesejados. A combinação desses dois sistemas — a varredura e a peneiração — resulta em um sistema integrado que garante uma reserva eficiente e uma separação adequada dos materiais.

Assim, para definir as medidas base de nosso protótipo, projetamos as medidas utilizando escalas e realizando esboços como o anexado abaixo. Ao final, seu tamanho ficou definido com 30cm de comprimento, 15cm de altura e 20cm de profundidade. Essas medidas nos fornecem uma capacidade nominal de cerca de 9000cm³ para depósito do lixo encontrado na areia. Ademais, o robô conta com duas aberturas, sendo uma face frontal e outra que une a face inferior e traseira, cada uma com uma função específica e otimizada para o funcionamento do dispositivo. A primeira abertura é a abertura de entrada para a areia, sendo ela no mesmo nível das esteiras, bem perto ao chão, assim é capaz de coletar a maior quantidade de areia possível. Já a segunda, recebe uma malha 6 de peneira, para que seja feita a separação dos resíduos com a areia da melhor forma, para que a areia seja devolvida em quase totalidade para a praia, possibilitando o robô capturar mais resíduos.

SW Workshop Internacional
SUSTENTARE & WIPIS 2024
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
www.sustentarewipis.com.br

18 a 22 de novembro
Transmissão online • Evento gratuito

Realização: PUC CAMPINAS, ESC-USP
Apoio Institucional: APU, APU



Figura 2 – Primeiro esboço do projeto.

Fonte: Elaborado por Marina Rosa (2024).

Além desse aspecto, a movimentação do robô é um fator determinante para o seu sucesso em ambientes arenosos, que tipicamente oferecem pouca tração. Para abordar essa questão, realizamos uma análise detalhada sobre as diferentes opções de movimentação disponíveis. Comparando as necessidades específicas do nosso robô com veículos já existentes, buscamos entender qual sistema de tração seria mais adequado. A partir dessa pesquisa, concluímos que as esteiras de borracha sintética seriam a melhor solução. Essas esteiras não apenas oferecem a tração necessária em superfícies arenosas, mas também proporcionam versatilidade e adaptabilidade, permitindo que o robô se mova com eficácia em terrenos desafiadores, como as praias.

B. Construção do Protótipo

Com base no brainstorming e planejamento realizados pelo grupo, iniciamos o desenvolvimento do protótipo do robô Beira-Mar utilizando as ferramentas e softwares disponíveis no Laboratório FABLAB da nossa unidade SESI.

Na fase inicial, começamos a produção criando um modelo 3D do protótipo. Essa etapa foi essencial para estruturar a execução e identificar possíveis pontos frágeis, que poderiam comprometer a funcionalidade do robô. A visualização em 3D permitiu que fizéssemos ajustes antes de avançar para a produção física. Assim que corrigimos os pontos identificados, transferimos o desenho para um software de corte a laser, uma tecnologia que nos proporcionou cortes precisos e de alta qualidade nas peças.

Workshop Internacional
SUSTENTARE & WIPIS 2024
 Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
www.sustentarewipis.com.br

18 a 22
 de novembro
 Transmissão online • Evento gratuito

Realização: **PUC CAMPINAS**
 Apoio Institucional: **ESSE USP**, **COMITÊ PUC**, **Agência de Inovação PUC**

Tabela 1 - Orçamento do robô.

Produto	Quant.	Valor
Arduino Nano V3	1	R\$40,00
Módulo Bluetooth HC-06	1	R\$40,00
Resistor 10K Ω	1	R\$1,00
Resistor 100 Ω	1	R\$1,00
Capacitor eletrolítico	1	R\$3,00

Jumper macho-macho	10	R\$10,00
Motor DC 3-6V	1	R\$10,00
Servo motor 9g SG90 TowerPro	1	R\$25,50
Módulo Ponte H L298 mini	1	R\$9,40
Transistor BC5 Ω 48	1	R\$10,00
Chave Liga/Desliga Alavanca Metálica	1	R\$20,00
Módulo Tp4056 com Proteção	1	R\$10,00
Placa de Acrílico	3	R\$24,00

Média de custo	R\$258,3
-----------------------	-----------------

Fonte: Estruturado por Ana Luiza Ribeiro (2024).

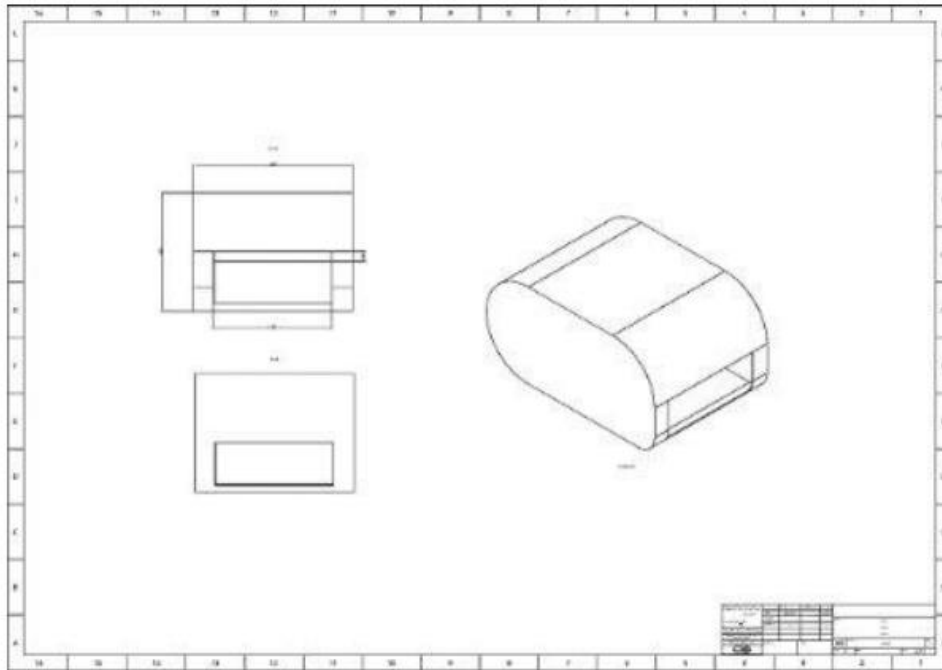
Durante o processo de produção, também discutimos a viabilidade e o custo de cada material selecionado. Essa análise foi crucial para garantir que o projeto não apenas fosse funcional, mas também financeiramente viável. O orçamento do robô Beira-Mar foi cuidadosamente elaborado, detalhando os principais componentes e seus respectivos custos, que totalizam uma média de R\$258,30. Esse valor é significativamente inferior ao custo de produção de robôs com

Workshop Internacional
SUSTENTARE & WIPIS 2024
 Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
www.sustentarewipis.com.br

18 a 22
 de novembro
 Transmissão online • Evento gratuito

Realização: PUC CAMPINAS, ESC-USP, UNIFESP
 Apoio Institucional: PUC

características semelhantes, em comparação ao BeBot – limpa a praia, varia entre R\$567.260 a R\$1.134.460 no mercado.



Fonte: Desenvolvido pela equipe (2024).

Figura 3 – Desenho técnico do protótipo.

C. Programação

Por fim, após a montagem do projeto, iniciamos a programação utilizando a IDE do Arduino. Este processo envolveu a utilização de diversas bibliotecas, destacando-se a Adafruit Motors, que facilita o controle dos motores do robô.

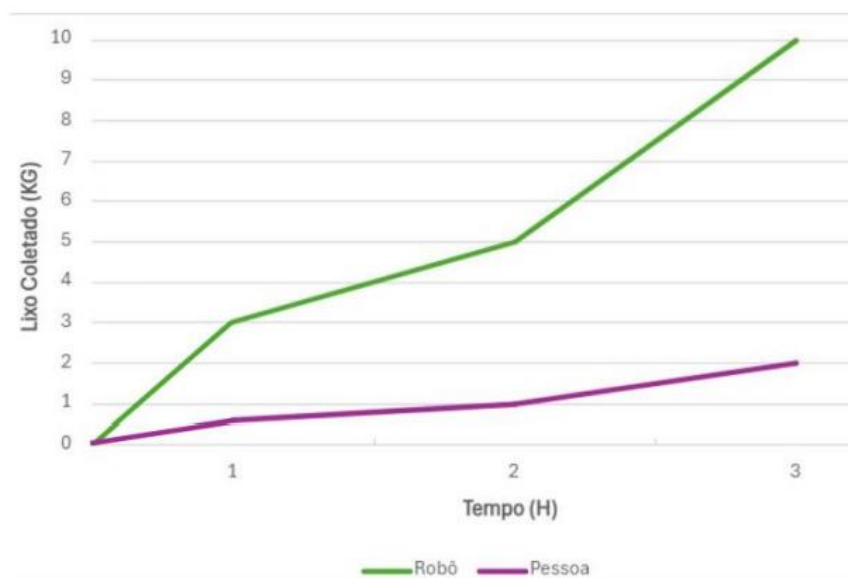
Para organizar a lógica de movimentação, implementamos funções específicas, como "Right" e "Left", que permitem ao robô realizar curvas à direita e à esquerda. Essas funções foram chamadas na lógica principal de funcionamento, simplificando a estrutura do código e assim que finalizada a base do Robô Beira-Mar, iniciamos o projeto eletroeletrônico, um passo crucial para garantir o funcionamento eficiente do robô em condições desafiadoras. A princípio, alocamos os dispositivos de forma organizada e eficiente no chassi, levando em consideração não apenas a funcionalidade, mas também a proteção dos componentes em um ambiente de praia, que pode ser hostil devido à areia e umidade. A disposição dos componentes foi planejada para maximizar a eficiência e minimizar interferências. Utilizamos suportes e fixações adequadas para cada dispositivo, garantindo que ficassem firmes e protegidos contra vibrações e impactos durante a operação. Cada componente foi cuidadosamente posicionado para facilitar o acesso durante manutenções futuras, sem comprometer a estética e a compactação do robô, além de proteger os componentes dos fatores externos, como o vento, a umidade e a areia.



Integrado ao Arduino, o módulo Bluetooth foi implementado para possibilitar a conexão do celular, permitindo o controle remoto do robô. Essa conectividade é fundamental para o manuseio dinâmico e a adaptação às condições do ambiente durante a coleta. Ademais a movimentação do robô é realizada por meio de uma Ponte H, que controla os motores responsáveis pela movimentação da esteira. Esse componente foi escolhido por sua eficiência em permitir a direção e velocidade variáveis dos motores, possibilitando ao robô manobrar com agilidade em diferentes superfícies, como areia e terrenos irregulares. Além do controle de movimentação, desenvolvemos uma comunicação via Bluetooth entre o robô e um smartphone. Para isso, utilizamos o aplicativo Bluetooth Electronics, que nos permitiu viabilizar o controle remoto do robô pelo celular. Essa funcionalidade é fundamental, pois possibilita ao usuário ajustar a direção e a velocidade do robô em tempo real, melhorando a eficácia na coleta de lixo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme as pesquisas realizadas e os dados atribuídos por Guilherme Costilhas, realizamos cálculos e obtemos que 15 pessoas recolhem em 3 horas 50 quilos de lixo em média, chegando em resultados que cada pessoa coleta 2 quilos. De acordo com aproximações, o robô teria eficiência equivalente a 5 pessoas, ou seja, recolheria 10 quilos em 3 horas. Os resultados obtidos a seguir ilustram o impacto positivo do uso de robôs em comparação com métodos tradicionais de coleta manual.



Fonte: Dados obtidos por Mônica Junquetti (2024).

Figura 4 – Gráfico da projeção de resultados do robô em comparação a atuação humana.



A figura 4 apresentada compara a eficiência do robô coletor de lixo com a coleta realizada manualmente por operadores humanos. Os dados demonstram que o robô alcançaria uma maior eficiência, coletando o lixo 5 vezes mais rápido que uma pessoa refletida em uma maior quantidade de resíduos, além de uma cobertura mais uniforme das áreas designadas. Essa superioridade na coleta automática pode ser atribuída à capacidade do robô de operar continuamente sem pausas, atualizando trajetórias de coleta e evitando erros humanos, resultando em um processo de limpeza mais rápido e consistente.

Além disso, a implementação do robô coletor pode contribuir para a redução de custos operacionais a longo prazo, uma vez que diminui a necessidade de mão de obra intensiva e permite que os operadores humanos sejam realocados para tarefas mais complexas e estratégicas. A análise dos dados também sugere que a adoção dessa tecnologia pode levar a um aumento na sustentabilidade ambiental, já que a eficiência aprimorada na coleta de lixo pode facilitar a triagem e a reciclagem de materiais, promovendo uma gestão de resíduos mais eficaz.

Ao final, através de uma projeção da atuação do robô três vezes ao mês em regiões litorâneas em campanhas de três horas de duração, pode-se garantir a retirada de 30 Kg de resíduos das áreas litorâneas. O que levaria a uma coleta de 360Kg ao ano em apenas uma região, diminuindo notoriamente a quantidade de lixo que chega ao mar, afetando a biodiversidade.

Equação

(1)

$$(0,36t \times 0,75t \text{ de CO}_2/t) = 0,27t \text{ de CO}_2$$

Estimativas indicam que, para cada tonelada (t) de lixo orgânico, pode-se produzir cerca de 0,75 tonelada de CO₂ equivalente. Na presença desses 360Kg no meio ambiente, que correspondem a 0,36 toneladas, o cálculo resulta em aproximadamente 270 quilos de CO₂ equivalente gerados. Esses dados evidenciam o impacto da atuação do Beira-Mar no meio-ambiente como tecnologia auxiliar a sustentabilidade, em consequência da retirada dos 360 quilos de lixo será evidente a diminuição de 0,27 toneladas de CO₂ na atmosfera.

Por fim, os resultados indicam que a integração de robôs em processos de coleta de lixo não apenas melhora a eficiência operacional, mas também pode transformar a forma como as cidades gerenciam seus resíduos, resultando em um ambiente mais limpo e saudável. A continuidade da pesquisa nesta área é essencial para explorar novas tecnologias e estratégias que potencializem ainda mais esses benefícios.



Tabela 2 - Emissão de Carbono no meio ambiente de acordo com o lixo que o robô recolheria em um ano.

Quantidade de lixo	Emissão de CO2 (Gás carbônico)
1t	0,75t
0,36t	0,27t

Fonte: Calculado por nosso grupo (2024).

7. PROJEÇÕES FUTURAS PARA EVOLUÇÃO DO PROJETO.

Nossa equipe considera utilizar a biblioteca OpenCV para detectar materiais específicos no lixo, avançando além do protótipo inicial e reforçando nosso compromisso ambiental. Com o OpenCV, o robô poderá identificar e classificar diferentes tipos de resíduos, evitando o recolhimento acidental de organismos vivos e protegendo a fauna local. Esse recurso melhora a eficiência e torna a coleta mais sustentável.

Pensamos também em aumentar as dimensões do robô para uma coleta mais rápida e adaptá-lo a diferentes tipos de solo litorâneo. O uso de sensores ultrassônicos permitirá que o robô mapeie áreas de coleta e detecte distâncias para identificar concentrações de resíduos. Com câmeras, será possível reconhecer e classificar tipos de lixo, como plásticos e orgânicos, promovendo uma triagem mais eficaz. Com a evolução dessas tecnologias, esperamos que o Robô Beira-Mar se torne uma ferramenta indispensável para a preservação de praias e a manutenção de ecossistemas costeiros limpos.

8. CONCLUSÕES

Este estudo apresentou um robô inovador para a coleta de lixo em praias, destacando sua importância na conservação ambiental e sustentabilidade. Durante os testes, observou-se que o robô aumentou a eficiência na remoção de resíduos e reduziu tempo e custos dessas operações, facilitando a manutenção das praias e liberando recursos para outras iniciativas ambientais.

A tecnologia autônoma mostrou ser eficaz para a limpeza das praias, criando um ambiente mais saudável e incentivando a preservação da biodiversidade marinha. Além disso, a presença do robô atua como um símbolo de inovação e compromisso ambiental, promovendo o engajamento sustentável da comunidade e dos turistas. Como ferramenta educacional, o robô sensibiliza sobre a poluição e estimula a responsabilidade coletiva pela proteção dos ecossistemas costeiros.



A colaboração entre pesquisadores, engenheiros e gestores ambientais será essencial para expandir a aplicação dessa tecnologia a outras áreas, como rios e lagos, promovendo um ambiente mais limpo e sustentável. Esse projeto representa um avanço tecnológico e uma oportunidade de reimaginar a abordagem dos desafios ambientais contemporâneos, incentivando soluções inovadoras e um futuro mais sustentável.

9. AGRADECIMENTO

Agradecemos sinceramente a todos que contribuíram para a realização deste projeto. Primeiramente, gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão à nossa orientadora, cuja orientação e apoio foram fundamentais em todas as etapas do desenvolvimento do robô Beira-Mar. Ademais, reconhecemos a importância da atuação dos técnicos de laboratório do FABLAB e da Instituição SESI, que se destacaram pela generosidade em compartilhar seus conhecimentos e pela disponibilização de recursos e infraestrutura. Por último, agradecemos a todas as instituições que nos ajudaram através de relatos que foram essenciais para a construção do projeto.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Internet:

TRASHIN. Lixo na praia: quais são as consequências e soluções? Disponível em: <<https://trashin.com.br/lixo-napraia-quais-sao-as-consequencias-e>> Acesso em: 19 jun.2024.

PLÁSTICO. Origem do plástico. Disponível em: <<https://www.plastico.com.br/origem-do-plastico/>> Acesso em: 19 jun. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. História do lixo. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/proex/geresol/lixohistoria.htm>> Acesso em: 12 jun. 2024.

HENRIQUEMELO. Geração de resíduos no mundo deve chegar a 3,4 bilhões de toneladas por ano até 2050. <<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/geracao-deresiduos-no-mundo-deve-chegar-a-34-bilhoes-de-toneladaspor-ano-ate-2050/>> Acesso em: 18 out. 2024

EFEITO ESTUFA | Resíduos sólidos respondem por 4% | SANEAMENTOAMBIENTAL.COM.BR. Disponível em: <<https://www.sambiental.com.br/noticias/residuos-solidosrespondem-por-4>> Acesso em: 18 out. 2024.

GUIMARÃES, A. J. Beach Bot: conheça o robô que ajuda a limpar praias. Disponível em: <<https://www.startse.com/artigos/beach-bot-robo-limpapraias/>>. Acesso em: 18 out. 2024.



Sustainable Development Goal 14: Vida na água | As Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.un.org/ptbr/sdgs/14>>.

PAIOTTI, R. Tipos de movimentos para robôs terrestres. Disponível em: <<https://newtoncbraga.com.br/robotica-emecatronica/4018-rp0001.html>>. Acesso em: 18 out. 2024.

OPENCV. OpenCV library. Disponível em: <<https://opencv.org/>>.

HARVARD T.H. CHAN SCHOOL OF PUBLIC HEALTH. Plastic pollution harms ocean's health. Disponível em: <https://www.hsph.harvard.edu/news/features/plasticpollution-harms-oceans-health/>. Acesso em: 18 out. 2024.

Comunicação pessoal:

COSTILHAS, Guilherme. Entrevista sobre a coleta de lixo nas praias. Entrevista por Ana Luiza Ribeiro, Marina Rosa e Mônica Junquetti. Taubaté, 4 set. 2024.

OLIVEIRA, Ana; ROSA, Marina; JUNQUETTI, Mônica. Formulário de pesquisa sobre ações de coleta de lixo nas praias. 2024. Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdS6YuulBCjzibZYH7VNRJMRbIuz3tgBoFle5phUQlfO7h7wQ/viewform>> Acesso em: 18 out. 2024.