

# OS ODS DA ONU NA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS: MÁQUINA COLETORA DE RESÍDUOS PARA O LAGO PARANOÁ

*THE UN SDGS IN COMPETENCE-BASED EDUCATION: WASTE COLLECTING MACHINE FOR PARANOÁ LAKE*

**DIANNE MAGALHÃES VIANA, Dra.** | Universidade de Brasília

**SIMONE BORGES SIMÃO MONTEIRO, Dra** | Universidade de Brasília

**FILIPE AZIZ BATISTA** | Universidade de Brasília

**MARCUS JESSE ALVES DE OLIVEIRA** | Universidade de Brasília

## RESUMO

Uma situação real, como a limpeza da orla do lago Paranoá em Brasília, Brasil, concebeu um ambiente de ensino-aprendizagem, sustentado pelo método de aprendizagem baseada em projetos (PjBL), de modo a introduzir propostas de solução no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na formação de estudantes de engenharia. Uma equipe de estudantes de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e de Produção foi constituída para estudar o problema e desenvolver um sistema de coleta de resíduos flutuantes. O estudo envolveu uma pesquisa aplicada e resultou no projeto de controle de uma máquina para coleta de materiais em superfícies hídricas. Para validar o projeto de controle foi construído e testado um protótipo.

## PALAVRAS CHAVE

Aprendizagem baseada em projeto; Projeto interdisciplinar; ODS; Educação em engenharia.

## ABSTRACT

*A real situation, such as the cleaning of the Paranoá lake shoreline in Brasília, Brazil, conceived a teaching-learning environment, supported by the project-based learning method (PjBL), in order to introduce solution proposals in the scope of the Sustainable Development Goals (SDGs) in the background of engineering students. A team of Mechanical, Mechatronics, and Production Engineering students was constituted to study the problem and develop a floating waste collection system. The study involved applied research and resulted in the control design of a machine for collecting materials on water surfaces. A prototype was built and tested to validate the control design.*

## KEY WORDS

*Project-based learning; Interdisciplinary project; SDG, Engineering education.*



## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da cidade de Brasília e seu entorno, muitas atividades contribuem para a poluição da água e grande parte dessa poluição é carregada pelos sistemas de drenagem, que não contêm dispositivos efetivos que impeçam esses resíduos de chegar aos corpos hídricos. Assim, o despejo de resíduos sólidos ocasiona uma contaminação concentrada em alguns pontos ao longo da orla do lago Paranoá.

Situação semelhante ocorre nos rios e lagos em áreas urbanas em diversas partes do país e uma preocupação com estes recursos também estão presentes no contexto global. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, no âmbito da Agenda 2030, em particular os de número 6 e 12, abordam essa questão:

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.

12.4 Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente (NAÇÕES UNIDAS, 2022).

Desenvolver projetos interdisciplinares com parcerias internacionais (universidades) e locais (setores produtivos) visando a atender os ODS da ONU tem sido uma iniciativa dos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (UnB) com o intuito de incluir a sustentabilidade na formação de competências técnicas e transversais dos estudantes.

Nesse sentido, projetos têm sido propostos para evitar que resíduos carregados pelas águas pluviais cheguem nos rios e lagos e também para remover os resíduos já existentes. Para se atingir uma das metas dos ODS, de preservar a qualidade da água, a estratégia de controle da poluição com auxílio de uma máquina coletora de resíduos sólidos aquáticos foi considerada na gestão do meio ambiente hídrico.

Este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados do projeto de controle da máquina coletora de resíduos flutuantes não tripulada e controlada remotamente desenvolvida por estudantes de engenharia. Um protótipo com dimensões reduzidas foi construído, testado e validado quanto aos movimentos necessários para a operação de retirada de resíduos. Os resultados alcançados

pela equipe são analisados à luz das competências trabalhadas, enquanto projeto de engenharia e enquanto estratégia de ensino-aprendizagem.

Essa proposta se insere, portanto, nas iniciativas de formação por competências com foco em sustentabilidade e utiliza o método de aprendizagem baseada em projetos (PjBL), o qual é centrado no estudante, e implica em uma responsabilidade maior atribuída ao estudante pelo seu aprendizado (PRINCE; FELDER, 2006).

O artigo está estruturado em 5 seções. A seção 1 apresenta a introdução, que traz a contextualização do problema; na seção 2 têm-se os conceitos teóricos que subsidiaram o desenvolvimento da pesquisa. O método utilizado no trabalho está ressaltado na seção 3; a seção 4 mostra a caracterização do problema, e o desenvolvimento do protótipo, juntamente com os resultados são detalhados na seção 5. Por fim, têm-se a conclusão.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta conceitos teóricos relacionados às competências em engenharia, métodos de aprendizagem ativa e sustentabilidade em projetos, que fundamentam o desenvolvimento do trabalho.

### 2.1. Formação por competências

No cenário da indústria 4.0, como formar os estudantes para os desafios que se revelam diante do contexto de uma nova era digital e da rapidez das transformações? Como envolver a facilidade de acesso às informações, tecnologias, networking com profissionais, compartilhamento dos conhecimentos em redes sociais sem limitações espaciais nessa formação?

A fim de responder essas questões é preciso fazer uma reflexão acerca dos desafios em termos pedagógicos e curriculares para o desenvolvimento das competências necessárias, as quais necessitam de novas metodologias de ensino-aprendizagem, e que também surgem no sentido de oferecer alternativas aos professores para uma educação mais afinada com as demandas da sociedade hodierna.

A Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para Cursos de Graduação em Engenharia em Instituições de Ensino Superior (denominadas como DCNs) aborda diversos aspectos que orientam a construção de um currículo por competências, entre eles: o perfil e competências esperadas do egresso; a organização do curso de graduação; a avaliação e o corpo docente.

Se por um lado a formação profissional requer o desenvolvimento de múltiplas competências, é necessário

definir essas competências de acordo com o perfil do egresso esperado, criar contextos de aprendizagem que permitam a construção dessas competências e avaliá-las durante esse processo ativo de construção (VILLAS-BOAS *et al.*, 2020).

Destaca-se, nesse sentido, o artigo 6º da mesma Resolução, o qual estabelece a necessidade de as instituições focarem em métodos de aprendizagem ativa para uma aprendizagem mais efetiva:

Art. 6º § 6º Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno (BRASIL, 2019, p. 4).

A aprendizagem ativa se apresenta como um “modelo pedagógico com potencial para enfrentar os desafios” de ensino-aprendizagem, tanto para estudantes, quanto para professores, “bem como para uma formação por competências.” (VILLAS-BOAS *et al.*, 2020, p. 29).

## 2.2. MÉTODOS DE APRENDIZAGEM ATIVA

O método tradicional de ensino, por si só, já não é mais capaz de atender as demandas do aluno contemporâneo (SILVA, 2017). Apesar de se encontrar casos supostamente de sucesso, o método centrado no professor, e que geralmente se baseia em técnicas de resolução de exercícios e estratégias, muitas vezes exige apenas a memorização do processo de solução (SCHROEDER, 2007; PARISOTO; HILGER, 2016).

Problemas complexos da humanidade apontados na Agenda 2030 da ONU requerem competências, habilidades e atitudes que possibilitem compreender, avaliar e atuar em diversos contextos e sob diferentes condições.

Muller *et al.* (2017) ressaltam a busca pelo desenvolvimento de novas metodologias de ensino que objetivam o maior engajamento dos estudantes. O uso de metodologias de aprendizagem ativa tem se mostrado efetivo para despertar o interesse e a motivação dos alunos diante dos desafios do século XXI.

De acordo com os autores Menekse *et al.* (2013), a aprendizagem ativa apresenta novas abordagens instrucionais para ensinar e o processo de aprendizagem é centrado no estudante. Os autores enfatizam que é preciso envolvê-lo de forma mais dinâmica, com métodos e estratégias capazes de incentivar a autonomia e o protagonismo, mas também a cooperação e a colaboração no trabalho em equipe. Por conseguinte, podem ser criadas experiências mais sólidas, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem, e tornando-o responsável pelo seu próprio aprendizado.

O Quadro 01 apresenta um resumo dos métodos de aprendizagem ativa que envolvem trabalho em equipe. Dentre os métodos apresentados, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Projetos - Project-Based Learning (PjBL) que é o foco deste estudo.

A Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) é um método de ensino que possibilita a aprendizagem por meio da participação do estudante em equipes de projeto. O foco está em apresentar aos estudantes problemas complexos do mundo real, que geralmente variam quanto ao nível de complexidade e abrangência, para que possam trazer soluções viáveis de serem implementadas (VIANA *et al.*, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2012).

Os projetos requerem que os alunos atuem em atividades de design, investigação, resolução de problemas, tomada de decisão e trabalho em equipe. Um dos desafios atuais é encontrar soluções para problemas pautados em sustentabilidade.

## 2.3. SUSTENTABILIDADE EM PROJETOS

Temáticas de projetos que envolvem desafios relacionados à sustentabilidade principalmente quando ocorrem em um contexto real possuem potencial de engajamento dos estudantes (GUERRA, 2017).

Pode-se citar como exemplo de sucesso a cooperação de projetos internacionais com foco em sustentabilidade no âmbito do projeto “Erasmus+ EPIC”, que ocorreu no período de 2017-2020 na Faculdade de Tecnologia da UNB e a cada semestre testou novos formatos de projetos estudantis internacionais e interdisciplinares que apresentavam como ponto central a resolução de problemas reais oriundos de empresas ou comunidades. Foram envolvidos estudantes de diferentes países e eles colaboraram com encontros presenciais e principalmente de forma on-line (PEDERSEN *et al.*, 2020).

| <b>Resumo das ferramentas e técnicas adotadas em métodos de aprendizagem ativa</b> |   |
|--|---|
| Aprendizagem baseada em problemas ( <i>Problem-based learning</i> )                | Grupos de discussão para resolução de problemas. Feedback e reflexão sobre o processo de aprendizagem e dinâmicas de grupo são componentes essenciais.                      |
| Aprendizagem baseada em projetos ( <i>Project-based learning</i> )                 | Proposta de soluções para problemas reais, por meio da execução de projetos. Envolve resolução de problemas, design, tomada de decisão, investigação e trabalho em equipe.  |
| Aprendizagem cooperativa ( <i>Cooperative learning</i> )                           | Design alternativo para sala de aula, trabalhos em grupo, avaliação individual dos alunos.  |
| Aprendizagem colaborativa ( <i>Collaborative learning</i> )                        | Design alternativo para sala de aula, trabalhos em grupo, avaliação em grupo dos alunos.  |
| Aprendizagem híbrida ( <i>Blended learning</i> )                                   | Videoaulas de conteúdos e/ou atividades, tecnologias de informação e comunicação na aprendizagem, designs alternativos para a sala de aula, atividades com pequenos grupos. |
| Aprendizagem baseada em jogos ( <i>Game-based learning</i> )                       | Instrução detalhada, tecnologias de informação e comunicação, criação de cenários.  |
| Aprendizagem baseada em investigação ( <i>Inquiry-based learning</i> )             | Sala de aula com poucos alunos, instrução detalhada dos problemas propostos, uso de recursos online.  |

**Quadro 01:** Métodos de aprendizagem ativa mais conhecidos.  
**Fonte:** Adaptado de Da Silva et al. (2019).

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) têm se tornado a inspiração de projetos de engenharia, em que os estudantes são estimulados a buscar soluções para problemas complexos que impactam a sociedade e o mundo em que vivemos.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, visto que se busca gerar conhecimento para aplicação prática e resolução de problemas específicos. A abordagem da pesquisa é qualitativa e os dados de projetos similares foram extraídos da literatura científica.

Utilizou-se o método de aprendizagem ativa PjBL como base para o desenvolvimento do projeto e adotou-se o *framework Scrum* para seu gerenciamento. O projeto foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar e envolveu 5 estudantes das disciplinas de Tópicos Especiais em Sistemas Mecânicos (TESM) e Projeto de Sistemas de Produção 3 (PSP3), dos cursos de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e de Produção da Faculdade de Tecnologia da UnB.

Os estudantes de Engenharia de Produção atuaram principalmente na gestão de portfólio do projeto e integração de conhecimentos e os estudantes de Engenharia Mecânica e Mecatrônica atuaram na execução do projeto mecânico e de automação e controle. Além do aprendizado dos conteúdos técnicos associados ao desenvolvimento de um projeto vinculado aos ODS e pautado na gestão de portfólio de projetos, competências transversais podem ser trabalhadas durante o processo de solução por

meio de atitudes dos envolvidos, relacionadas à responsabilidade, comunicação, relações interpessoais.

O PjBL compreendeu os seguintes passos: a apresentação da situação-problema para os estudantes; pesquisa na literatura para encontrar informações acerca do problema e delineamento da proposta; planejamento do projeto; execução do projeto e entrega da solução do problema real. A avaliação das competências dos estudantes foi realizada ao longo do desenvolvimento do projeto.

Para o desenvolvimento da máquina coletora foi utilizada uma metodologia de projeto de engenharia de cinco etapas: (i) levantamento de projetos semelhantes; (ii) definição das características da máquina coletora; (iii) elaboração do projeto mecânico; (iv) elaboração do projeto de controle; (v) construção e teste do protótipo. O projeto teve como ponto de partida a proposta de uma coletora de resíduos para o lago do Parque da Cidade Dona Sarah Kubitschek desenvolvido por Lima *et al.* (2020), no escopo do evento internacional Global Student SDG Challenge (SDG CHALLENGE, 2020). A partir desse primeiro projeto foi desenvolvida uma nova proposta de acionamento a fim de atender às características do lago Paranoá e os requisitos de controle da embarcação.

### 4. DESCRIÇÃO DO AMBIENTE

O lago Paranoá contribui para manter a qualidade de vida dos moradores do Distrito Federal, pois melhora a umidade relativa do ar; assim, o lago foi criado para trazer para Brasília certa amenização no clima, visto o clima muito seco e árido (BRINDEIRO, 2017).



**Figura 01:** Lago Paranoá, Brasília e arredores.  
**Fonte:** OpenStreetMap, Wikimedia Commons.

De acordo com Echeverria (2007) a sub-bacia do lago Paranoá ocupa uma área de 288,69 quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>), captando os principais cursos d'água que drenam o sítio urbano da cidade de Brasília (Figura 01). O lago foi formado no ano de 1959 a partir do fechamento da barragem do Rio Paranoá. A cota de nível é de 1.000 metros acima do nível do mar. Na década de 1990 foi implantado um programa de despoluição e duas estações de tratamento de esgoto, o que proporcionou a melhor qualidade de suas águas.

Aos poucos o lago Paranoá se tornou atrativo para a população e atingiu um dos propósitos de sua construção, que é o lazer da população local e visitantes (PEREIRA, 2006). No entanto, o uso recreacional e turístico requer cuidados constantes com a preservação do ambiente, seja com a limpeza dos descartes impróprios ou controle da poluição por rejeitos.

Em 2012, a CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal) anunciou o uso de um barco especializado para coletar e controlar a quantidade de aguapés (planta aquática) que por vezes atinge grandes áreas. O Papaguapé (SECUNHO, 2021), possui 12 metros de comprimento, quatro metros de largura e é alimentado por um motor a diesel. Possui também dois ceifadores verticais e três esteiras para podar e coletar a vegetação, assim como rejeitos inorgânicos (Figura 02).

Uma das desvantagens do barco Papaguapé é que seu funcionamento está baseado em um motor a diesel, que emite gases poluentes e ruído. Além disso, as dimensões



**Figura 02:** Barco Papaguapé no lago Paranoá.  
**Fonte:** Wikimedia Commons.

do barco dificultam a limpeza próxima às margens onde há acúmulo de resíduos devido o descarte irregular pela população.

Nesse sentido, direcionou-se os estudos para o desenvolvimento de uma embarcação com dimensões menores, baixa velocidade e controlada remotamente a partir das margens do lago. Os principais pontos de operação do equipamento seriam próximos às áreas frequentadas pela população e saídas de galerias de águas pluviais.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta aspectos do projeto mecânico, o projeto de controle da máquina coletora e o protótipo de validação do projeto de controle.

### 5.1. Projeto de Engenharia

Conforme já mencionado anteriormente, a metodologia de projeto de engenharia utilizada consiste de cinco etapas: (i) levantamento de projetos semelhantes; (ii) definição das características da máquina coletora; (iii) elaboração do projeto mecânico; (iv) elaboração do projeto de controle; (v) construção e teste do protótipo.

#### 5.1.1. Levantamento de projetos semelhantes

Othman *et al.* (2020) realizam um levantamento e classificam os sistemas de limpeza de lixo em corpos hídricos como estáticos e dinâmicos, os primeiros podem ser ainda autônomos e mecânicos, os sistemas dinâmicos, podem ser autônomos e por controle humano. Os autores apontam diversos equipamentos que exemplificam os métodos mencionados e as respectivas regiões em que são encontrados e apresentam a proposta de uma embarcação robótica autônoma. É possível, assim, coletar materiais plásticos flutuantes de diferentes tipos e dimensões além de plantas marinhas na superfície da água. Possui duas rodas acionadas por um motor DC de 24 V, resistente

à água. Possui também um atuador linear de 12 V e um cilindro de rolamento que funciona por um motor DC de 12 V que nivela o lixo para que ocupe todo o espaço de armazenamento.

Mutkar *et al.* (2020) exploram o desenvolvimento de um equipamento flutuante (dinâmico), denominado RTCS (River Trash Collector System) para reduzir a poluição no rio Malaca da cidade de Malaca na Malásia. O RTCS foi projetado para remover lixo flutuante, óleo, combustível e detergente da água. Esse coletor utiliza a ideia do tanque de lastro, ou seja, é um coletor que tem grande parte submersa. A água de lastro entra pela parte inferior e é conduzida para a superfície. A água com os detritos é succionada por uma abertura na parte central superior do coletor e filtrada; os detritos ficam presos em um reservatório interno. O sistema utiliza uma bomba elétrica interna cuja fonte de energia é um gerador que aproveita o próprio fluxo de água.

Por outro lado, a “Mr. Trash Wheel” é uma máquina coletora fixa (estática), que pode ser controlada remotamente pela Internet, para remover o lixo da foz do rio Jones Falls, Baltimore. Os detritos flutuantes são capturados e posicionados em uma esteira transportadora, que por sua vez os conduzem a um contentor. As rodas laterais que dão nome à máquina são movidas pela própria correnteza do rio e acionam a esteira. Na baixa velocidade, um conjunto de painéis solares é acionado para fornecer energia para bombear a água e mover as rodas. Este projeto tem despertado o interesse de várias partes do mundo (LINDQUIST, 2016).

Esses trabalhos e outros (MARQUES, SILVA e GONÇALVES, 2019; SHAMSUDDIN *et al.*, 2020) caracterizam diferentes sistemas e auxiliam na definição dos métodos mais adequados para o local investigado, no caso, o lago Paranoá.

### 5.1.2. Definição das características da máquina coletora

Tendo em vista as soluções comerciais e as soluções encontradas na literatura, para a definição do conceito do equipamento levou-se em consideração os aspectos do ambiente hídrico, baixas profundidades para operações próximas às margens, baixas velocidades da água, das operações de limpeza, dos ventos.

Utilizou-se, ainda, uma matriz de decisão com a análise das seguintes características: baixo custo, peças de reposição acessíveis e disponíveis no mercado nacional, baixo peso, ambientalmente favorável, navegabilidade, capacidade de armazenamento, facilidade de controle,

segurança do operador, materiais recicláveis, tempo de montagem, eficiência de coleta e facilidade de retirada dos resíduos, o que levou a um conceito baseado em um equipamento móvel, com esteira transportadora, controlado remotamente, dotado de duas rodas d'água acionadas, cada uma, por motor elétrico.

### 5.1.3. Elaboração do projeto mecânico

O projeto mecânico é composto pelas fases de estabelecimento de requisitos, design inicial, dimensionamento, análise mecânica e plantas estruturais. A máquina pode ser dividida nas seguintes partes: estrutura e flutuadores, reservatório, esteira transportadora e sistema de movimentação por rodas. A concepção da estrutura mecânica da coletora e dos flutuadores não serão objeto de análise neste trabalho. A proposta do projeto de Lima *et al.* (2020) foi adaptada para facilitar o controle da máquina, sendo trocado o sistema de motor de popa e leme pelo acionamento de rodas de pás, assim, o foco do projeto mecânico consiste nas adequações e ajustes para o novo sistema de movimentação da coletora, realizado por meio de rodas de pás e para o qual foi construído e testado um protótipo.

Os reservatórios já haviam sido selecionados projeto de Lima *et al.* (2020), e suas dimensões serão mantidas. Nelas são armazenados os resíduos sólidos coletados pela esteira transportadora, sendo estes esvaziados apenas ao final do ciclo de operação da máquina coletora. Os quesitos considerados para seleção dos reservatórios incluíram disponibilidade no mercado nacional, capacidade total, resistência, dimensões totais, praticidade de remoção e massa dos reservatórios. Foram selecionados três reservatórios fabricados em polietileno de alta densidade, anti-UV, de dimensões: 0,475 m de altura, 0,880 m de comprimento, 0,555 m de largura, 7 kg de massa e 0,180 m<sup>3</sup> de volume.

A esteira é responsável por capturar os resíduos presentes no lago e levá-los até os reservatórios. A velocidade de 0,6 m/s já havia sido definida no projeto anterior como segura para o transporte de resíduos, foi mantida e deverá coincidir com a velocidade de operação da embarcação coletora.

Algumas alterações foram realizadas. Como aspectos construtivos da esteira, levou-se em consideração de que parte dela precisava estar submersa, de que a altura seria limitada pela altura do reservatório escolhido e o uso de um ângulo de inclinação dentro dos limites recomendados na literatura. O ângulo escolhido foi de 20°, o que resultou em um comprimento de 2,63 m. Para a largura, definiu-se um tamanho de 1,50 m para uma melhor

distribuição dos resíduos nos três reservatórios.

Para selecionar a esteira estimou-se o carregamento máximo. Considerando a inclinação, a área da esteira coberta por rejeitos e uma possível quantidade de água transportada, estimou-se assim, uma carga de 26,65 kg/m<sup>2</sup> a partir da análise dos detritos que flutuam na superfície do lago. Assim, optou-se por uma esteira de construção modular feita em polímero injetado e anti-UV.

Para avaliar a factibilidade da coleta com essa esteira projetada, calculou-se o torque necessário para acionar a esteira e assim selecionar o motor. O torque calculado foi de 17,40 N m, considerando ainda as perdas de potência no processo, a potência necessária para o motor é igual a 0,28 kW.

A movimentação da coletora utilizando rodas é lenta e, desta forma, as curvas realizadas serão mais curtas, podendo inclusive haver rotações em torno do próprio eixo central da coletora.

Para mover a coletora de resíduos flutuantes é necessário sobrepor a resistência ao avanço pelo meio de propulsão escolhido. Pode-se dividir a resistência total a ser superada em três principais componentes: resistência de atrito, resistência residual e resistência do ar. As resistências residual e do ar são muito inferiores à resistência de atrito, então é possível calcular uma força de propulsão e aplicado um fator de carga em relação a força de atrito.

Para o cálculo da força de atrito é necessário determinar a região submersa da embarcação e a massa total da embarcação vazia e carregada de rejeitos. As dimensões máximas estimadas para a coletora são 3,0 m de comprimento, 2,0 m de largura e 1,0 m de altura, levando-se em conta as dimensões da esteira, dos reservatórios e considerando que os demais componentes elétricos e motores serão posicionados sob a esteira. Com as dimensões estimadas, considerando que a estrutura será feita de tubos de PVC, e conhecendo-se as massas da esteira e do reservatório já selecionados, estimou-se a massa das rodas, obtendo-se uma massa total estimada da coletora carregada o valor de 230 kg. A capacidade de carga de resíduos coletados ficou em torno de 40 kg com base no volume dos reservatórios e nos tipos de detritos comuns (garrafas PET e outros polímeros)

Para a flutuação da embarcação foi definida a utilização de tubos de PVC, anti-UV. Considerando quatro tubos de 2,5 m de comprimento, calculou-se que é possível suportar até 314 kg, atendendo com folga a massa total estimada para a coletora. A partir desses cálculos e considerações é possível calcular a área de contato das partes

da embarcação com a água e assim calcular a resistência de atrito.

Para uma estimativa da força mínima necessária para a roda mover a embarcação, baseou-se nas considerações a seguir.

O volume do conjunto de tubos do sistema de flutuação foi aproximado para o produto entre a área projetada e o diâmetro do tubo e calculado o coeficiente de atrito  $C_F$  pela equação (1) (WHITE, 2011), na qual  $R_e$  é o número de Reynolds. Este, por sua vez, pode ser reescrito como o produto da velocidade da embarcação ( $v$ ) pelo comprimento da área submersa ( $l$ ) e dividido pela viscosidade do fluido da submersão ( $\nu$ ).

$$C_F = \frac{0,075}{(\log R_e - 2)^2} \quad (1)$$

$$R_e = \frac{v \cdot l}{\nu} \quad (2)$$

A resistência de atrito  $R_F$  pode ser calculada por meio da equação (03) (WHITE, 2011), na qual  $\rho$  é a densidade do fluido em a embarcação está inserida e  $A_s$  é a área da superfície de contato com o fluido.

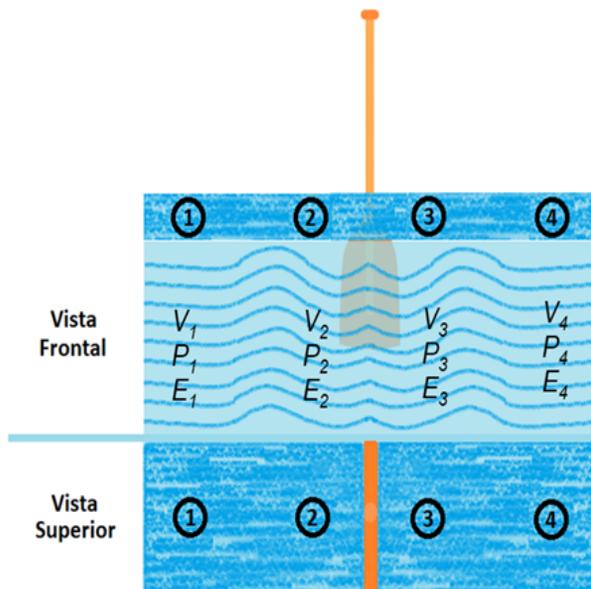
$$R_F = \frac{1}{2} C_F \rho V^2 A_s \quad (3)$$

As rodas utilizadas devem ser capazes de superar a resistência ao atrito para que a embarcação se mova.

Considerou-se a área equivalente a uma pá da roda dentro da água por vez, simulando a rotação da roda como um movimento repetitivo de uma remada. A Figura 03 mostra como essa pá interage com a água. Definindo quatro regiões com os números 1, 2, 3 e 4, para cada região há três constantes,  $V$ ,  $P$  e  $E$ , que representam velocidade da água, pressão na pá e energia necessária para vencer a resistência da água.

Segundo Bernoulli há conservação de energia em um fluxo de um fluido, nesse sentido, há alteração de pressão e velocidade, mas a energia se conserva. Pode-se determinar essa energia por meio da equação (4) (GLAUERT, 1983), onde  $\rho$  é a densidade do fluido,  $e$ ,  $V_a$  e  $P_a$  são a velocidade e pressão em uma região "a" respectivamente.

Porém, a pá em movimento introduz nova energia ao sistema vinda do movimento gerado pelo motor, dessa forma, a energia antes da pá não é igual a energia após a pá. Porém, em uma região mais afastada da pá, a energia é conservada durante o movimento do barco.



**Figura 03:** Representação da interação do remo com a água.  
**Fonte:** Autores.

Nesse caso, a variação da energia pode ser escrita como mostra a equação (5).

$$\Delta E = E_3 - E_2 = E_4 - E_1 \quad (5)$$

Reescrevendo a equação (4) em termos das regiões definidas na Figura 03; substituindo na equação (5) e considerando a diferença de energia entre as regiões 2 e 3, equação (6) obtém-se a equação (7):

$$\Delta E = E_3 - E_2 = P_3 - P_2 = \Delta P \quad (6)$$

$$\Delta E = P_3 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (V_4^2 - V_1^2) \quad (7)$$

Sabe-se que a pressão é distribuição de força por uma área, ou seja,  $\Delta P = F/A$ . Da equação (7), tem-se a diferença de pressão das regiões 2 e 3, dessa forma pode-se calcular F conforme a equação (8) (GLAUERT, 1983), onde  $\vec{P}e$  representa o valor do momento linear e A, a área da pá.

$$\vec{F} = \frac{dPe}{dt} \rightarrow F = A\rho V_2(V_4 - V_1) \quad (8)$$

Para as regiões 1 e 4 pode-se escrever:

$$F = A \frac{1}{2} \rho (V_4 + V_1)(V_4 - V_1) \quad (9)$$

Assim, associando as equações (8) e (9):

$$F = A\rho V_2(2V_2 - V_1) \quad (10)$$

A equação (10) foi utilizada para calcular a força mínima necessária para uma roda mover o barco, considerando a área da superfície de uma pá da roda, A, e as velocidades aproximadas para a pá ( $V_2$ ) e para a embarcação ( $V_1$ ), a força que a roda geraria para mover o barco. A força resultante dessa equação precisa ser no mínimo igual a

força de arrasto calculada na equação (3).

A embarcação utiliza duas rodas para sua movimentação, proporcionando uma velocidade máxima de 4m/s e as dimensões apresentadas na Tabela 01. Para essa velocidade podem ser determinados os dados para seleção do motor, os quais são torque mínimo de 58 N m, potência de 0,300 kW e velocidade de 600 rpm.

A tensão dos motores das rodas é de 24 V e do motor da esteira, 12 V, dessa forma, é possível usar duas baterias em série para os motores de 24 V e uma delas para o motor de 12 V.

| Dimensões gerais das rodas |                      |
|----------------------------|----------------------|
| Área da pá                 | 0,045 m <sup>2</sup> |
| Raio                       | 0,425 m              |
| Número de pás              | 8                    |

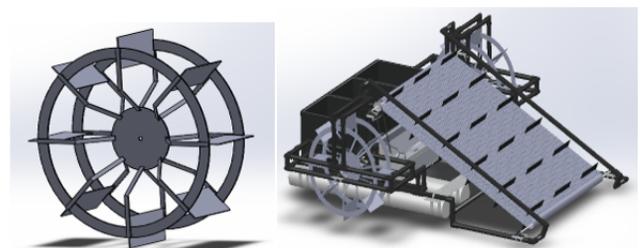
**Tabela 01:** Resultados dos projetos das rodas.  
**Fonte:** Autores.

Na Tabela 02 são apresentadas as principais características da máquina coletora.

| Máquina coletora de resíduos |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Dimensões máximas            | 3,0 x 2,0 x 1,0 m |
| Massa sem carga              | 190 kg            |
| Volume de reservatório       | 150 l             |
| Capacidade de carga          | 40 kg             |
| Velocidade máxima            | 4,0 m/s           |
| Velocidade de operação       | 0,6 m/s           |
| Inclinação da esteira        | 20°               |
| Velocidade da esteira        | 0,6 m/s           |

**Tabela 02:** Características gerais da máquina.  
**Fonte:** Autores.

A Figura 04 é ilustrativa e são apresentados os modelos da roda e da coletora e a concepção geral da máquina. O projeto estrutural precisará ser refeito em função das alterações introduzidas neste trabalho e deverá ser finalizado posteriormente por outra equipe.



**Figura 04:** Representação gráfica da roda de pás e do conceito da máquina coletora.  
**Fonte:** Autores.

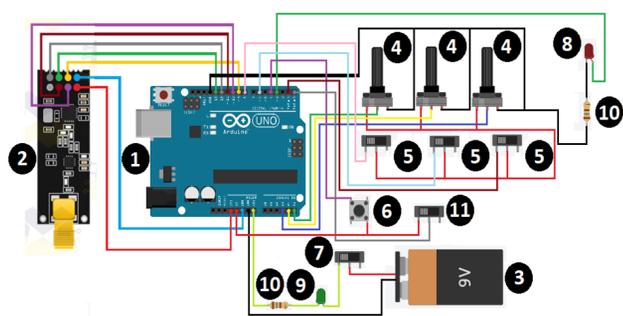
### 5.1.4. Elaboração do projeto de controle

Tendo em vista dimensões reduzidas e facilidade de controle e operação da coletora nas proximidades da orla, optou-se por uma máquina não tripulada, onde o

operador permanece na orla do lago e controla a coletora remotamente.

O projeto consiste no desenvolvimento do controle transmissor e da base receptora, os quais serão validados por meio da construção de um protótipo.

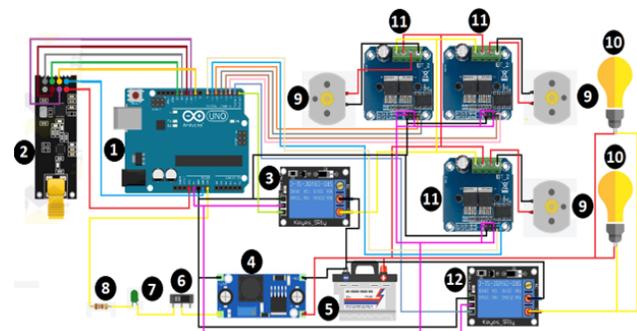
Na Figura 05 é mostrado o controle transmissor da máquina coletora. É possível observar marcações numeradas nos diversos componentes eletrônicos. O componente identificado com o número 1 é uma placa Arduino Uno, que possui um microcontrolador que receberá todos os comandos que devem ser enviados à máquina coletora. O número 2 identifica o módulo transceptor RF de 2,4 G que é responsável por enviar os comandos que o Arduino interpreta para a base receptora. O componente de número 3 é a bateria de 9 V que alimenta o controle transmissor. O número 4 corresponde a três componentes idênticos, são os potenciômetros, responsáveis por controlar a velocidade de cada motor. Marcados com o número 5 estão três interruptores que são responsáveis por definir o sentido de rotação de cada motor. Com o número 6 está marcado um *push button*, que é uma chave responsável por ativar a parada de emergência caso seja necessário. O elemento número 7 trata-se de um interruptor que é responsável por ligar e desligar o controle transmissor. Marcado com o número 8 está um led vermelho que caso esteja aceso indica que o botão de emergência foi acionado. O número 9 corresponde a um led verde que indica quando o controle está ligado. O número 10 marca dois resistores que estão associados aos leds, evitando que eles recebam muita corrente. Por fim, o número 11 mostra um interruptor que será responsável por ligar as luzes da coletora.



**Figura 05:** Controle transmissor da máquina coletora.  
**Fonte:** Autores.

Na Figura 06 é mostrado o controle receptor da máquina coletora. É possível observar marcações numeradas em diversos componentes eletrônicos. Da mesma forma que no controle transmissor, o componente indicado com o número 1 é um Arduino Uno, nesse caso o microcontrolador receberá todos os comandos que devem ser realizados na coletora. O número 2 indica um módulo

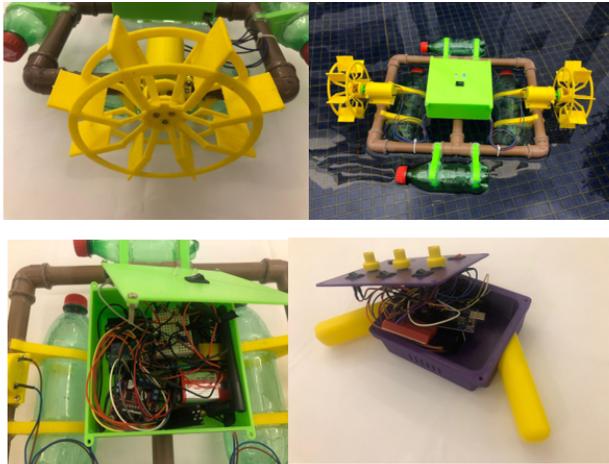
transceptor RF 2,4 G que é responsável por receber os comandos e enviá-los para o Arduino interpretar. O número 3 corresponde a um relé que é responsável por permitir que a energia chegue aos motores, bloqueando a energia caso o botão de emergência seja acionado. Marcado com o número 4 está o regulador de tensão (LM2596) que é responsável por regular a tensão que a bateria alimenta a placa Arduino, impedindo que essa tensão passe do limite que este suporta. O número 5 representa uma bateria de 12 V que alimenta toda a coletora. Marcado com o número 6 está um interruptor que será responsável por ligar e desligar o sistema da base receptora. O número 7 marca o led verde que identifica quando a base receptora está ligada ou desligada. O número 8 mostra um resistor que é responsável por evitar que o led receba muita corrente e queime. Marcado com o número 9 estão três motores, dois que controlam a movimentação da coletora e um que controla a esteira. O número 10 identifica as duas lâmpadas da coletora. Marcado com o número 11 estão três pontes H, que controlam os três motores, estes são responsáveis por controlar a velocidade e a direção dos motores a partir de informações vindas do controle transmissor. Por fim, o número 12 mostra um relé que é responsável por ligar e desligar as luzes da coletora, dependendo apenas da informação enviada do controle transmissor.



**Figura 06:** Controle receptor da máquina coletora.  
**Fonte:** Autores.

### 5.1.5. Construção e teste do protótipo

Para a validação do projeto de controle, decidiu-se construir um protótipo com dimensões reduzidas, mas com o mesmo projeto de controle da coletora original. Na Figura 07 são apresentadas imagens do protótipo e detalhes de suas partes.



**Figura 07:** Controle transmissor da máquina coletora.  
**Fonte:** Autores.

Como o objetivo era validar o projeto de controle, não houve uma preocupação em colocar a esteira e os reservatórios, principalmente pela dificuldade em encontrar uma esteira que fosse compatível com as dimensões definidas para a construção do protótipo em questão: 0,18 m de altura, 0,47 m largura e 0,37 m de comprimento.

Os cálculos da hidrodinâmica da pá da roda para o protótipo foram feitos de maneira análoga aos cálculos do projeto original. Obteve-se uma velocidade angular do motor de 305,33 rad/s, área da pá da roda de 0,0009 m<sup>2</sup>, raio da roda de 0,07 m e 8 pás.

A roda utilizada no protótipo em questão é a mesma modelada para a coletora original, em escala de 1:10. Essa roda foi fabricada por impressão 3D, em material PLA. A roda foi fixada diretamente no eixo do motor sem a necessidade de uma caixa de redução. O motor escolhido foi o DC, alimentado por uma fonte de 18 V.

A estrutura foi construída com tubo de PVC de 20 mm e todos os encaixes foram modelados e impressos em 3D com material PLA. O sistema de flutuação consiste de quatro garrafas PET, sendo duas de 600 ml e duas de 237 ml. O circuito e todos os componentes eletrônicos incluindo as baterias foram colocados dentro de uma caixa selada no centro do protótipo.

O circuito do controle remoto do protótipo, visível na imagem inferior esquerda da Figura 07 permaneceu idêntico ao circuito do controle original. Por outro lado, o circuito da base receptora recebeu algumas alterações: a ponte H utilizada foi trocada por um modelo mais simples e de baixo custo já que os motores utilizados demandaram menos corrente. As lâmpadas previstas no projeto não foram utilizadas no protótipo, o regulador de tensão não foi necessário já que uma bateria de 9 V foi utilizada para alimentar o Arduino. Por fim, os relés não foram utilizados e a parada de emergência foi criada em código.

O protótipo foi testado nas águas do lago Paranoá em novembro de 2021, levando-se em consideração os movimentos necessários para realizar as operações previstas para a máquina coletora real, obtendo-se os resultados esperados com respeito à capacidade de controle, com um alcance seguro do sinal de até 100 m, validando, assim, o projeto de controle.

## 5.2. RESULTADOS DE APRENDIZAGEM

O desenvolvimento do protótipo foi realizado durante o segundo semestre de 2021 em disciplinas que adotam a abordagem PjBL, por uma equipe multidisciplinar. Os resultados de aprendizagem referentes às competências técnicas dos estudantes dos cursos de engenharia mecânica e mecatrônica consistiram na adequação do projeto mecânico para o uso de rodas com pás na máquina coletora e na elaboração do projeto de controle. As competências técnicas dos estudantes de engenharia de produção estiveram alinhadas com as práticas de gestão de projetos da equipe multidisciplinar, com diferentes áreas de conhecimento, com o intuito de gerenciar a entrega no prazo, com o atendimento ao escopo e com a qualidade almejada.

Além das competências técnicas, foram trabalhadas competências transversais, tais como resolver problemas, saber comunicar, saber liderar, trabalhar em equipe, e atitudes como, profissionalismo, responsabilidade.

A avaliação da aprendizagem se deu por meio de entregas de resultados semanais e feedback que resultaram em relatório técnico, artigo científico e apresentação oral. Os estudantes apresentaram o protótipo em um evento de fechamento das disciplinas, no qual foram selecionados os melhores projetos.

## 6. CONCLUSÃO

Embora existam várias iniciativas já praticadas em todo o mundo que buscam a redução dos resíduos plásticos na superfície de lagos e rios, as pesquisas para equipamentos mais eficientes são muito necessárias, visto que este tipo de poluição ainda é uma ameaça para os seres vivos e o meio ambiente. Com base no problema identificado, o projeto proposto foi desenvolvido de modo que pudesse ser aplicado na orla do lago Paranoá.

O projeto para o controle remoto levou em consideração a especificação de três motores, dois para a movimentação da coletora e um para a movimentação da esteira. Dessa forma, foram desenhados dois sistemas, um controle transmissor que é capaz de enviar informações com relação ao controle da velocidade e direção dos motores

da coletora e uma base receptora capaz de receber as informações e efetuar as ações.

No entanto, uma análise das implicações na estrutura em função das mudanças realizadas no projeto original para incorporar a nova forma de movimentação precisa ser efetivada, assim como a seleção de motores comerciais a partir dos dados calculados de torque e potência.

Também a carga transportada foi considerada pequena, sendo necessário investigar melhor a quantidade de resíduos a ser coletada por dia e, principalmente, após o final de semana e avaliar um possível redimensionamento.

Melhorias foram sugeridas pelos estudantes, como a instalação de uma câmera com uma tela no controle capaz de ser conectada a plotters cartográficos que suportem entrada de vídeo para monitorar áreas dentro e ao redor da máquina coletora; bem como, a colocação de placas solares para aumentar a autonomia do equipamento projetado.

Vale ressaltar a relevância deste trabalho no processo de aprendizagem dos estudantes, uma vez que puderam aplicar os conhecimentos técnicos adquiridos ao longo curso em busca de uma solução para o projeto de uma máquina coletora de resíduos aquáticos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Ensino Superior. Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file>. Acesso em 11 out. 2022.

BRINDEIRO, C. T. O papel da iniciativa privada na conservação urbanística e ambiental dos bens de uso comum do povo: estudo de caso: Lago Paranoá, Brasília-DF. 2017. 72 f. Monografia (Graduação) - Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

DA SILVA, V. B. N. Best practices for Active Learning: a literature study using bibliometrics. In International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE), 8. Proceedings of International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, 2019. p. 768-775.

ECHEVERRIA, R. M. Avaliação de impactos ambientais nos tributários do lago Paranoá, Brasília - DF. 2007. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GLAUERT, H. The Airscrew Momentum Theory. In:

GLAUERT, Hermann. The elements of aerofoil and airscrew theory. 2 ed. Cambridge University Press, 1983. p. 208-221.

GUERRA, A. Integration of Sustainability in Engineering Education: Why is PBL an answer? International Journal of Sustainability in Higher Education (Print Edition), v. 18, n. 3, p. 436-454, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2016-0022>.

LIMA, D. V. C. et al. Projeto de uma embarcação coletora de resíduos sólidos. 2020. 88 f. (Relatório Técnico) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <https://www.sdgchallenge.com.br/>. Acesso em 04 abr. 2022.

LINDQUIST, A. Baltimore's Mr. trash wheel. Journal of Ocean Technology, v. 11, n. 2, p. 28-35, 2016.

MARQUES, L.; ROBERTO, J.; SILVA, P. Embarcação verde, sistema flutuante de limpeza da água da baía de Guanabara. Revista Augustus, v. 25, n. 50, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15202/1981896.2020v25n50p81>.

MENEKSE, M. et al. Differentiated overt learning activities for effective instruction in engineering classrooms. Journal of Engineering Education, v. 102, n. 3, p. 346-374, 2013. DOI: 10.1002/jee.20021.

MONTEIRO, S. et al. Metodologias e práticas de ensino aplicadas ao curso de Engenharia de Produção: Análise da percepção de alunos de Projetos de Sistemas de Produção da Universidade de Brasília. In: 40º. COBENGE, 2012, Belém. Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012. p. 1-12. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/103920.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022

MULLER, M. G. et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015) Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 3, p. 1-20, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0012>. Acesso em: 10 out. 2022.

MUKHTAR, M. F. et al. Development of River Trash Collector System. In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, v. 1529, 042029, 2020.

NAÇÕES UNIDAS Brasil. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 04 abr. 2022.

OTHMAN, H. et al. Automated trash collector design. Journal of Physics: Conference Series, v. 1444, 012040, 2019.

PARISOTO, M. F.; HILGER, T. R. Investigação da aprendizagem de conceitos de óptica utilizando ilusões para turmas de pré-vestibular. Revista Brasileira de Ensino de

Ciência e Tecnologia, v. 9, n.1, p. 62-98, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2109/0>> Acesso em: 10 out. 2022.

PEDERSEN, J. M.; FRICK, J.; KIRIKOVA, M. International Student Projects and Sustainable Development Goals: A Perfect Match. In: International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE), 8. Proceedings of International Symposium on Project Approaches in Engineering Education. 2020, p. 768-775.

PEREIRA, L. P. Avaliação econômica do uso do lago Paranoá para atividades recreacionais. 2006. 197 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

PRINCE, M. J.; FELDER, R. M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. Journal of Engineering Education, v. 95, n. 2, p. 123-138, 2006.

SCHROEDER, C. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000100015>>

SECUNHO, R. Barco Papaguapé limpa o lago Paranoá. Agência Brasília, Brasília-DF, 20 de março de 2021. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2021/03/20/barco-papaguape-limpa-o-lago-paranoa/>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

SDG CHALLENGE. Global Students SDG Challenge. Edição 2020. Disponível em: <<https://www.sdgchallenge.com.br>>. Acesso em: 02 abr. 2022.

SHAMSUDDIN, P. N. F. M. et al. Development of water trash collector. Journal of Advanced Industrial Electronics Research and Applications, v. 1, n. 1, p. 01-05, 2020.

VIANA, D. M. et al. Including Integrating Projects in Engineering Curricula. WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education, v. 8, n. 3, p. 73-82, 2011. Disponível em: <<http://www.wseas.us/e-library/transactions/education/2011/54-166.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

VILLAS-BOAS, V. et al. Educando o engenheiro do século XXI: Aprendizagem ativa para formação por competências no contexto das novas DCNs. In: TONINI, Adriana Maria; PEREIRA, Tânia Regina (org). Os desafios para formar hoje os engenheiros do amanhã. Aprendizagem Ativa, Jogos e Gamificação, Novas DCN'S e CDIO, Ensino remoto. Brasília: ABENGE, 2020, p. 09-143. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/2020/arquivos/EbookDiagramadoSD2020.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2022.

WHITE, F. M. Escoamento ao redor de corpos imersos. In: WHITE, Frank M. Mecânica dos Fluidos. Porto Alegre:

AMGH, 2011. p. 461-532.

SILVA, J. B. O Contributo das tecnologias digitais para o ensino híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no Ensino. Revista Artefactum, v. 15, n. 2, p. 1-11, 2017. Disponível em: <<http://artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/1531>> Acesso em: 10 out. 2022.

## AUTORES

ORCID: 0000-0001-8396-8022

**DIANNE MAGALHÃES VIANA**, Dra. | Universidade de Brasília | Engenharia Mecânica | Brasília, DISTRITO FEDERAL(DF) - Brasil | Correspondência para: (Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte - DF, 70673-403) | e-mail: diannemv@unb.br

ORCID: 0000-0001-5546-8143

**SIMONE BORGES SIMÃO MONTEIRO**, Dra. | Universidade de Brasília | Engenharia de Produção | Brasília, DISTRITO FEDERAL(DF) - Brasil | Correspondência para: (Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte - DF, 70673-403) | e-mail: simoneborges@unb.br

ORCID: 0000-0001-9553-3114

**FILIFE AZIZ BATISTA** | Universidade de Brasília | Engenharia Mecatrônica | Brasília, DISTRITO FEDERAL(DF) - Brasil | Correspondência para: (SMAS Trecho 1 C, Guarã - DF, 71218-010) | e-mail: filipe.aziz@aluno.unb.br

ORCID: 0000-0003-4037-8684

**MARCOS JESSÉ ALVES DE OLIVEIRA** | Universidade de Brasília | Engenharia Mecatrônica | Brasília, DISTRITO FEDERAL(DF) - Brasil | Correspondência para: (SGAS 908, LOTES 23/24, Asa Sul, Brasília - DF, 70390-080) | e-mail: filipe.aziz@aluno.unb.br

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

VIANA, Dianne Magalhães; MONTEIRO, Simone Borges Simão; BATISTA, Filipe Aziz; DE OLIVEIRA, Marcos Jessé Alves; Os ODS da ONU na formação por competências: máquina coletora de resíduos para o Lago Paranoá. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 133-145, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexus.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.133-145>>.

**SUBMETIDO EM:** 07/11/2022

**ACEITO EM:** 16/11/2022

**PUBLICADO EM:** 30/11/2022

**EDITORES RESPONSÁVEIS:** Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

### **Registro da contribuição de autoria:**

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

**DMV:** Conceituação, ideias, formulação de objetivos e metas globais de pesquisa; desenho de metodologia; criação de modelos; administração de projetos, responsabilidade de gestão e coordenação pelo planejamento e execução da atividade de pesquisa; supervisão e responsabilidade de liderança para o planejamento e execução da atividade de pesquisa; validação, verificação, reprodutibilidade geral dos resultados, experimentos e outros produtos de pesquisa; escrita, revisão e edição, especificamente revisão crítica, incluindo as etapas de pré-publicação.

**SBSM:** Conceituação, ideias, formulação de objetivos e metas globais de pesquisa; Metodologia, desenho de metodologia; criação de modelos; administração de projetos, responsabilidade de gestão e coordenação pelo planejamento e execução da atividade de pesquisa; supervisão e responsabilidade de liderança para o planejamento e execução da atividade de pesquisa, incluindo mentoria externa à equipe principal; escrita - revisão e edição; preparação e apresentação do trabalho publicado por aqueles do grupo de pesquisa original, especificamente revisão crítica, incluindo as etapas de pré-publicação.

**FAB:** Conceituação, ideias, evolução de objetivos de pesquisa; análise formal, aplicação de técnicas matemáticas e computacionais para analisar dados de estudo; condução do processo de pesquisa e investigação, especificamente realizando os experimentos, coleta de dados; programas, programação, desenvolvimento de software; concepção de programas de computador; implementação do código de computador e algoritmos de suporte; teste de componentes de código existentes; escrita - rascunho original, preparação, criação e apresentação do trabalho publicado, especificamente redação do rascunho inicial.

**MJAO:** Conceituação, ideias, evolução de objetivos de pesquisa; análise formal, aplicação de técnicas matemáticas e computacionais para analisar dados de estudo; condução do processo de pesquisa e investigação, especificamente

realizando os experimentos, coleta de dados; programas, programação, desenvolvimento de software; concepção de programas de computador; implementação do código de computador e algoritmos de suporte; teste de componentes de código existentes; escrita - rascunho original, preparação, criação e apresentação do trabalho publicado, especificamente redação do rascunho inicial.

**Declaração de conflito:** Nada a declarar.