

Relatório Final (RF)

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

Câmara dos Deputados

Programa WASH - PORTARIA Nº 178/2018/SEI-CTI

Processo-mãe: 401040/2020-8

Recurso oriundo de Emenda Parlamentar do Deputado Ivan Valente para concessão de bolsas de fomento científico e tecnológico.

Título: Estudo de um protótipo de dirigível de baixo custo com uso de arduino para emprego em ambientes indoor

Nome: Raquel Massae Nakamura Siqueira

CPF: 433.848.928-60

Processo-filho: 180778/2021-8

Modalidade da bolsa: Iniciação Tecnológica Industrial - ITI - B

Vigência da bolsa: início: 01/07/2021 fim: 30/04/2022

Coordenador junto ao CNPq: Dr. Victor Pellegrini Mammana

Coordenador local: Léa Dobbert

Orientadores: Ana Paula Abrantes Castro Shiguemori e Elcio Hideiti Shiguemori

Instituição vinculada: Instituto Federal de São Paulo Campus Jacareí

Instituição em que desenvolveu o projeto: CNPq/WASH

Cidade Jacareí - Data 12/05/2022

Resumo

O objetivo deste projeto de iniciação científica é estudar alternativas para desenvolvimento de um protótipo de dirigível capaz de operar em ambiente Indoor e carregar diferentes tipos de sensores e atuadores. Os resultados apresentados neste relatório foram divididos em quatro módulos para melhor compreensão, são eles: busca bibliográfica, levantamento dos componentes eletrônicos, orçamento e pesquisas individuais de cada componente. Os resultados desse estudo consistem em: entendimento aprofundado sobre a funcionalidade de todos os componentes necessários para a montagem do

dirigível, através da realização de pesquisas e testes; e a estimativa de seus valores no mercado.

Apresentação

Meu nome é Raquel Massae Nakamura Siqueira, tenho 16 anos, estudante do terceiro ano do Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio e bolsista de um projeto de Iniciação Científica. Sou apaixonada por tecnologia e artes, dessa forma penso em futuramente me especializar em UX Design (Design de Experiência do Usuário). Enxergo essa bolsa como uma ótima oportunidade, um meio que me possibilitou adquirir experiências e aprendizados, uma vez que passei por todo um processo (o qual um projeto de iniciação científica é capaz de nos proporcionar).

Instituto Federal de São Paulo tem como objetivo garantir um ambiente escolar de qualidade. A instituição dispõe de professores extremamente competentes, os quais se preocupam com o desempenho de seus alunos e sempre estão dispostos a ajudar com o necessário. Com as suas parcerias, como o WASH e o CNPq, o IFSP dá visibilidade aos seus alunos e inserindo-os no mercado de trabalho.

O CNPq é uma fundação pública que oferece grande apoio às pesquisas científicas brasileiras. Além de oferecer bolsas para pesquisadores, esse órgão tem como objetivo favorecer toda a sociedade brasileira por meio das suas pesquisas e estudos.

Trazendo atividades educacionais complementares, o programa WASH promove a tecnologia e a ciência para alunos do ensino fundamental. Para que essa promoção seja possível, estudantes do ensino médio, técnico e graduação participam dessa corrente educacional. O programa WASH se tornou muito presente nas minhas atividades semanais, com as suas reuniões, apresentações de oficinas, rodas de conversa, dinâmicas e montagem de apresentações em grupo (como por exemplo: a criação de um labirinto utilizando a ferramenta Scratch). O programa leva muito em consideração o protagonismo do aluno,

dessa maneira o expondo à vários cenários que provam de sua capacidade de trabalhar em grupo e de ensinar terceiros.

Introdução

Com o passar dos tempos, a tecnologia vem se desenvolvendo cada vez mais. A área da robótica também conta com as suas inovações. A tecnologia de sensores tem evoluído rapidamente nas últimas décadas, sendo cada vez mais precisa, leve e barata. Sendo assim, tem-se observado diversas aplicações que fazem uso de sensores, entre eles, os de presença, temperatura e câmeras.

Em muitas aplicações é desejado que estes sensores não fiquem em uma posição fixa, um exemplo, é o uso de drones para captura de dados e imagens (SHIGUEMORI E NAKAMURA, 2021). No entanto, muitos deles podem apresentar riscos a população devido aos motores e hélices que os mantêm em voo. Em algumas situações, como o uso em ambiente Indoor, uma boa alternativa para carregar diferentes tipos de sensores são os dirigíveis. E as eletrônicas de baixo custo, como o Arduino, têm viabilizado o desenvolvimento de dirigíveis de baixo custo

O dirigível é uma aeronave mais leve que o ar e que operam a partir de um gás menos denso que o ar ambiente (hélio ou hidrogênio) o qual permite a flutuação da aeronave (SHIGUEMORI E NAKAMURA, 2021). No princípio a sua função era como meio de transporte, vigilância e publicidade. Com o tempo o dirigível se tornou algo obsoleto, pois não era mais necessário o seu uso em meio às novas tecnologias como os helicópteros e aviões. Dessa forma não compensava manter o dirigível em circulação. Porém, hoje em dia a montagem de um protótipo de dirigível parece ser muito mais interessante e viável quando pensamos em realizar monitoramento e coleta de dados em ambientes Indoor.

Especificamente o projeto envolve: o estudo de diferentes alternativas de materiais para o dirigível, entre eles, formato e composição do balão de hélio; o estudo de atuadores capazes de realizar o controle do dirigível; a pesquisa por sensores de baixo consumo de energia e leves para serem embarcados; a iniciação da implementação do circuito eletrônico, utilizando a integração dos

sensores, componentes e a plataforma de hardware livre Arduino; e por último, a realização de testes e análises.

Objetivo geral

Estudar alternativas para desenvolvimento de um protótipo de dirigível capaz de operar em ambiente Indoor e carregar diferentes tipos de sensores e atuadores.

Objetivos específicos

Estudar diferentes alternativas de materiais para o dirigível, entre eles, formato e composição do balão de hélio. Estudar atuadores capazes de realizar o controle do dirigível. Realizar pesquisa por sensores de baixo consumo de energia e leves para serem embarcados. Iniciar a implementação do circuito eletrônico, utilizando a integração dos sensores, componentes e a plataforma de hardware livre Arduino; realizar testes e análises.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento desse projeto foram realizadas pesquisas bibliográficas para o estudo dos materiais, atuadores e sensores que possam ser utilizados no protótipo de baixo custo, considerando-se as características do dirigível e dos atuadores para controle. Foram realizados 4 (quatro) módulos, conforme apresentados na Figura 1.

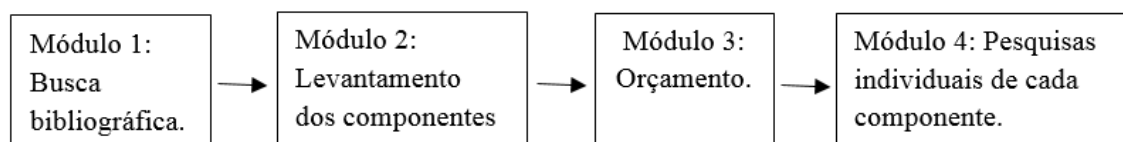


FIGURA 1. Módulos de desenvolvimento.

No Módulo 1, foi realizada uma busca bibliográfica. Essa busca consta com várias pesquisas que abordam a construção de um protótipo de um dirigível.

A Tabela 1 apresenta as informações mais relevantes apontadas nas pesquisas, essa busca levou em consideração artigos, monografias, teses e vídeos.

TABELA 1. Resumo da busca bibliográfica.

Autor	Ano	Tema	Sensores Utilizados	Arduino
FERRI, R. S.; MOREIRA, M. A. M.; BARBOSA, L. F. W.	2007	Sistema de controle autônomo microcontrolado para um dirigível comercial de pequeno porte.	Sensor Ultrassônico e Micro-câmara	---
CORDEIRO, A. C.; SCHUARTZ, F. C.; FERREIRA, F. P.; HARADA, L. A.; MEURER, R. F.	2012	Dirigível explorador de ambientes controlado remotamente.	Sensor Ultrassônico e Micro-câmara	Sim
GREGÓRIO, S. A.; SOUZA, V. D.	2013	Desenvolvimento de dirigível Indoor controlado por acelerômetro via Bluetooth.	---	---
RAMOS, J. J. G.	2002	Contribuição ao desenvolvimento de dirigíveis robóticos.	GPS, giro-inclinômetros, bússola, sonda de vento e tacômetros.	---
ARIAS, R. R. M.	2014	Modelagem de um dirigível robótico com propulsão elétrica de quatro motores.	---	---

Através da Tabela 1 é possível observar as informações de cada pesquisa que faz parte da busca bibliográfica. É notável que cada projeto aborda seu tema de forma específica e distinta. Em Ferri (2007), é apresentado um sistema de

controle autônomo para um dirigível misto. No Cordeiro (2012), o diálogo entre a estação base, o sistema de comunicação e o sistema embarcado, possibilitam o bom controle que o usuário pode obter sob o dirigível explorador. No Gregório (2013), o simples e curto vídeo mostra um incrível projeto, de um dirigível Indoor controlado por um acelerômetro de celular, realizado por dois jovens. Em Ramos (2002), é interessante ver o desenvolvimento de um dirigível (dentre aqueles que são rádio controlados, disponível no mercado em 1997), que possui maior capacidade de carga. Em Arias (2014), são apresentadas inovações, como: a utilização de quatro propulsores vetorizáveis (ao invés de dois como o usual) e a angulação de 20° (graus) presente na fixação dos propulsores.

No Módulo 2, foi realizado um levantamento dos componentes eletrônicos necessários para a montagem do dirigível. Assim, uma pesquisa focada nos componentes, foi necessária ser executada. Dividida em “nome do componente” e “funcionalidade no protótipo”, finalmente foi possível entender quais são os materiais necessários para a montagem do dirigível e qual é sua função básica exercida dentro do projeto. A Figura 2 apresenta alguns dos principais componentes necessários para a montagem do protótipo.

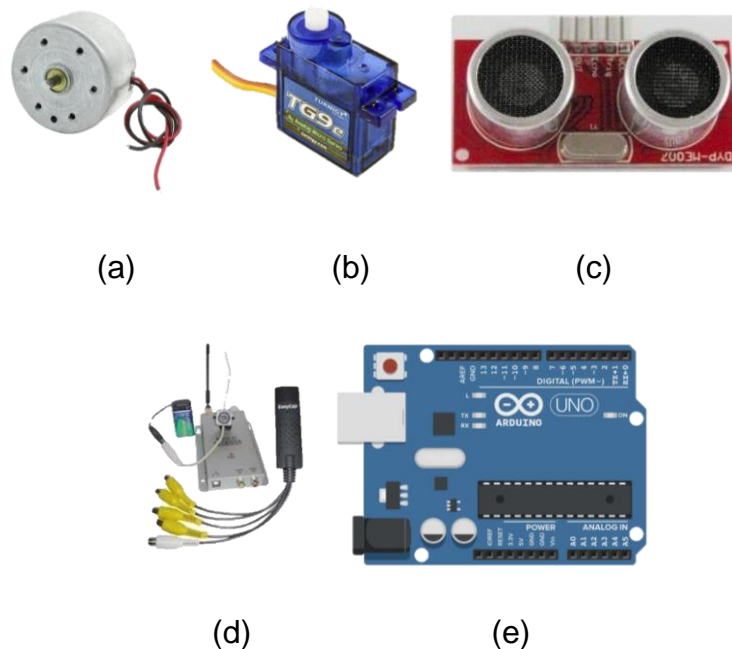


FIGURA 2. Exemplos de Sensores e Atuadores do projeto: Motor DC (a), Servo Motor (b), Sensor Ultrassônico (c), Micro-câmera (d) e Arduino UNO (e).

A Figura 2 apresenta os 5 (cinco) exemplos de componentes que foram estudados. O Motor DC (a), o qual é alimentado por fontes de corrente contínua, funciona tanto como um motor quanto um gerador de energia elétrica. A função do Motor DC (a) no projeto, é controlar a velocidade, a rotação das hélices e a movimentação do dirigível. Já o Servo Motor (b), o qual possui controladores e encoder acoplados em si, é responsável por ajustar a direção dos motores DC e controlar a altura do dirigível. O Sensor Ultrassônico (c) deve medir a distância da aeronave em relação ao solo e detectar a presença de obstáculos. A Micro-câmera (d) acoplada, servirá a visão frontal do dirigível para o usuário e também fará a captação de imagens. E o Arduino UNO (e), sendo uma plataforma de prototipagem rápida com microcontrolador, possibilitará que os circuitos eletrônicos do projeto sejam conectados em seus terminais, onde suas ações e comunicações sejam possíveis de serem realizadas.

No módulo 3, foi realizado o orçamento de todos os componentes necessários para a montagem do protótipo do dirigível. De forma que foi feito uma análise de uma tabela de preços já existente (CORDEIRO, 2012) do ano de 2012. Levando em consideração a elevação do preço dos produtos no mercado atual, foi calculado o aumento de 20% de todos os valores. Dividida em “componente”, “modelo”, “quantidade” e “valor unitário”, o orçamento facilitou a visualização dessas informações que são tão necessárias para a compreensão dos gastos financeiros do projeto. Na Tabela 2, pode-se observar essa divisão.

TABELA 2. Demonstração do orçamento, usando 3 (três) componentes como exemplo.

Letra	Componente	Modelo	Quantidade	Valor Unitário
a	Motor DC	DVD Motor 5,9 V	2	R\$ 4,80
b	Servo Motor	Turnigy TG9 Servo	1	R\$ 8,40
c	Sensor Ultrassônico	HC-SR04/Dyp-me007	1	R\$ 40,80

A Tabela 2 é uma demonstração de como o orçamento se procede, para isso foram usados três componentes da Figura 2. O DVD Motor 5,9 V (a) é uma opção de baixo custo e leve, sua tensão de operação é maior e seu consumo é menor, suas qualidades o torna uma ótima opção para o projeto. O Turnigy TG9 Servo (b) é de baixo custo e seu peso é de apenas 9g. Existem outros servos motores no mercado, contudo esses apresentam um peso e preço muito elevado, dessa maneira o Turnigy TG9 Servo (b) se apresenta como uma boa opção. O HC-SR04/Dyp-me007 (c) apresenta maior resolução, quando comparado com sensores inferiores e um preço menor, quando comparado com sensores industriais.

No módulo 4 foram realizadas pesquisas acerca da funcionalidade de cada componente, tanto dentro do projeto em específico, como também dentro da área geral da robótica e mecânica. Desta forma, foi realizado um estudo específico de cada componente. Nesses estudos foram abordados os tópicos: o que é, funcionalidade (sua/específica e no projeto), função, seus tipos, cálculos, especificações, problemas etc. Os componentes eletrônicos estudados, são: motor DC; servo motor; sensor ultrassônico; transceptor (comunicação); bateria (fonte de alimentação); microcontrolador (LPCXpresso e Arduino); câmera; eixos; engrenagens; hélice; reguladores; capacitores; conectores; transistores; resistores; e diodos. Além dos componentes eletrônicos, também foi realizado o estudo sobre os materiais necessários para a construção da câmara a gás (balão) e a gôndola (onde estará localizado os componentes eletrônicos dos sistemas embarcados).

Também foram realizados os testes no simulador, os quais trazem maior clareza a respeito da funcionalidade do componente dentro do espaço de desenvolvimento. O simulador mais utilizado foi o TINKERCAD (TINKERCAD, 2022). Os testes no simulador foram imprescindíveis, pois uma vez realizados os testes no simulador on-line, as aplicações no hardware serão mais fáceis de serem realizadas.

Entregáveis

➤ **Busca bibliográfica inicial:**

https://drive.google.com/file/d/11SpHOhnX3ALO_Y6c_AyKysXXFGottuq9/view?usp=sharing

➤ **Levantamento dos materiais necessários para a montagem do dirigível + Levantamento dos preços:**

<https://drive.google.com/file/d/1dv8vNZXtrcZcg137DtRhW51M0ZFNq8xP/view?usp=sharing>

➤ **Estudo individual dos componentes (Módulo 4):**

• **Motor DC e Servo:**

<https://drive.google.com/file/d/17y3jnBhFb4FlvgPZY3IREfDSh2U97sfl/view?usp=sharing>

• **Sensor ultrassônico:**

<https://drive.google.com/file/d/16dencx9rfmwyKeCBUkK4EKXJIPyc7xo/view?usp=sharing>

• **Comunicação (Transceptor):** <https://drive.google.com/file/d/1IE5-sQ3fcP2cUXSwQuamPzjyITv2TP4h/view?usp=sharing>

• **Fonte de alimentação (Bateria):** <https://drive.google.com/file/d/1rj-dttPjCIRDdnJ3tMQ0d-Zvn8t79WpX/view?usp=sharing>

• **Microcontrolador (LPCXpresso ou Arduino?):**

<https://drive.google.com/file/d/1yOLvswtOnSn5apGn4f0H-SehEzYnm7yx/view?usp=sharing>

• **Câmera | Eixo, Engrenagens e Hélice | Reguladores, Capacitores e Conectores:** https://drive.google.com/file/d/1yD_vdGfspn75KYPt-1_o5ZnZTqMXFIBA/view?usp=sharing

• **Transistores, Resistores e Diodos:**

<https://drive.google.com/file/d/1BFIAngAOB0unfQpZEpiToGIT0ekdACng/view?usp=sharing>

• **Estrutura física (Câmara a gás e Gôndola):**

<https://drive.google.com/file/d/12Olq25HFdD73DxEcNEKBPJSsFAM7pmi2/view?usp=sharing>

➤ **Resumo para o orientador:**

<https://drive.google.com/file/d/1X01PVtpBps8vEAXnNjllUeqxMABGcKx3/view?usp=sharing>

➤ **Levantamento Final (soma e considerações):**

https://drive.google.com/file/d/1YtaTNaae0RalociYJUQ9U4_b5YAuoYQN/view?usp=sharing

➤ **Artigo CONICT:**

<https://drive.google.com/file/d/1rHBvobavdGUR9GWJwSsuLaYTtrkAQ5b7/view?usp=sharing>

➤ **Diário de bordo**

[Diario de bordo Raquel - Final.xlsx](#)

➤ **Questionário WASH:**

<https://drive.google.com/file/d/1RiWbh4DfkmanAx10rjufemzt0kycihO/view?usp=sharing>

Cronograma de Atividade

1º e 2º mês: Realização de pesquisas bibliográficas, com foco nas alternativas de materiais, sensores e atuadores.

3º e 4º mês: Levantamento dos componentes eletrônicos.

5º mês: Orçamento dos mesmos componentes eletrônicos.

6º mês: Elaboração do artigo para o CONICT (12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021).

7º e 8º mês: Estudo individual de cada componente.

9º mês: Testes com os materiais necessários para a montagem da câmara a gás.

10º mês: Elaboração do Relatório final.

Resultados

Com a busca bibliográfica, o entendimento acerca da estrutura de como deve ocorrer a montagem de um protótipo de um dirigível, ficou mais clara. Foi possível identificar o desafio de todo o processo; desde o estudo inicial e os testes dos componentes necessários para o protótipo, passando pela montagem do hardware e programação do sistema, até os ensaios finais com a aeronave pronta. É interessante saber como existem projetos que colaboram para o desenvolvimento robótico de dirigíveis.

Com o levantamento de todos os componentes necessários para a montagem do protótipo, facilitou a visualização ampla dos materiais integrantes e o entendimento geral de suas funcionalidades, uma vez que os mesmos (em um determinado momento do projeto) precisarão entrar em harmonia e trabalharem juntos.

Com o orçamento, foi realizada uma estimativa de quanto iria se gastar para adquirir cada componente que se mostra vital no projeto. Além de seu valor, também é realizada a indicação de modelo e a quantidade necessária de componentes. O valor apresentado, é o unitário, ou seja, sem a soma do frete e sem a multiplicação da quantidade de componentes necessários. O orçamento nos traz uma noção ampla dos gastos financeiros do projeto.

Os testes no simulador, trazem maior clareza a respeito da funcionalidade do componente dentro do espaço de desenvolvimento, o mais utilizado no projeto foi o TINKERCAD. A ferramenta online TINKERCAD possibilita o usuário realizar simulações com componentes robóticos. A Figura 3 apresenta um exemplo de teste realizado no simulador.

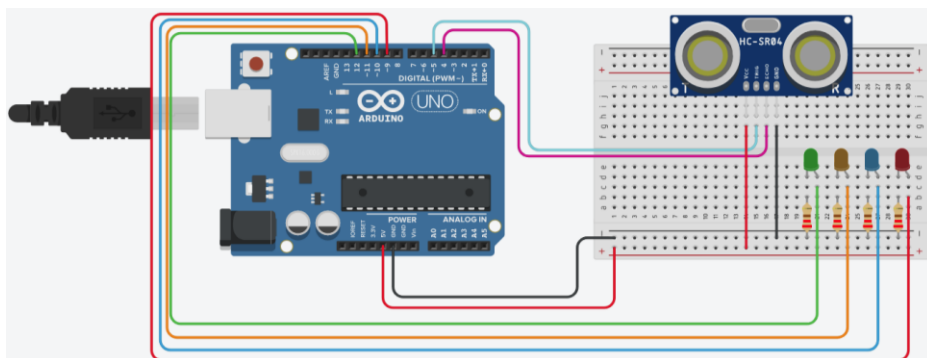


FIGURA 3. Teste do Sensor Ultrassônico realizado no simulador TINKERCAD.

A Figura 3 apresenta um dos testes realizados com o Sensor Ultrassônico. O teste é baseado em um dos exercícios propostos na aula de Robótica Computacional, isto é: utilizar o Sensor Ultrassônico para detectar distâncias pré-definidas. Nele é possível visualizar o diálogo existente entre o Sensor Ultrassônico e os Leds.

Com as pesquisas individuais de cada componente o entendimento sobre a sua função tanto dentro do projeto como também a sua função geral (dentro da área de robótica/mecânica) foi alcançado. Quando estuda individualmente um componente eletrônico, é possível descobrir a complexidade de sua operação, como a física está envolvida em seus processos, as especificações e cálculos que contém, e quais são os seus mais variados tipos. Neste momento foram estudadas duas opções de microcontroladores, o LPCXpresso e o Arduino, após a pesquisa sendo realizada conclui-se que será utilizado o Arduino R3, por ser de fácil uso e mais barato.

Conclusões

Divididos em Módulo 1, Módulo 2, Módulo 3 e Módulo 4. Os resultados envolvem: as pesquisas bibliográficas realizadas, o estudo base dos componentes necessários para a montagem do protótipo, o levantamento de seus valores e os estudos individuais de cada componente.

Ao final foi realizada uma soma do valor destes mesmos componentes, para obter uma noção do quanto seria o gasto – este valor se aproximava aos

R\$ 994,38. Portanto tem-se que levar em consideração que alguns destes componentes presentes nessa somatória, já está disponível para uso no projeto. E no próximo ciclo (onde a montagem dita do protótipo está prevista), podem ser realizadas novas sugestões de modelos distintos de componentes e adaptações podem também serem tomadas (como por exemplo: ao invés de utilizar a madeira balsa para fazer a gôndola, pode-se utilizar o isopor). Neste momento também foi levada em consideração a opção de compra de um balão controlado com controle remoto (para fins de compreensão de como o protótipo que será construído pode ser operado), porém o prazo de entrega era muito extenso, sendo assim, optou-se pela não realização a compra.

Referências bibliográficas

ARIAS, R. R. M. **Modelagem de um dirigível robótico com propulsão elétrica de quatro motores**. 2014.124. Tese (Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

CORDEIRO, A. C.; SCHUARTZ, F. C.; FERREIRA, F. P.; HARADA, L. A.; MEURER, R.F. **Dirigível explorador controlado remotamente - DECoRe**. 2012. 89. Monografia (Engenharia de Computação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2012.

FERRI, R. S.; MOREIRA, M. A. M.; BARBOSA, L. F. W. **Projeto de um sistema de controle autônomo microcontrolado para um dirigível comercial de pequeno porte**. 2007. 4. Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2007.

GREGÓRIO, S. A.; SOUZA, V. D. **YouTube**, 2013. Dirigível Indoor Controlado por Acelerômetro de Celular. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vJQYkBNyp0A>. Acesso em: 23 maio. 2021.

MERCADO LIVRE. **Mercado Livre**, 1999. Motor DVD (Playstation Rf-300ca 5.9v 6600rpm). Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1451489015-motor-de-dvd-playstation-rf-300ca-59v-6600rpmnovo-_JM. Acesso em: 21 agosto. 2021.

MERCADO LIVRE. **Mercado Livre**, 1999. Micro Servo Turnigy (Tg9 9g / 1.5kg / 0.12sec). Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-714409432-micro-servoturnigy-tg9-9g-15kg-012sec-_JM. Acesso em: 21 agosto. 2021.

PROGRAMA WASH. 2020. Disponível em: <https://wash.net.br/legislacao/>. Acesso em: 01/05/21.

RAMOS, J. J. G. **Contribuição ao desenvolvimento de dirigíveis robóticos**. 2002. 283. Tese (Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

RAQUEL M. NAKAMURA, ANA PAULA A. C. SHIGUEMORI, ELCIO H. SHIGUEMORI. **Estudo de um protótipo de dirigível de baixo custo com uso de Arduino para emprego em ambientes**. 2021. 5. Artigo – Instituto Federal Campus Jacareí, São Paulo, 2021.

SCRATCH. **Acerca do Scratch**. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/about>. Acesso em: 01/05/21.

DIRIGÍVEIS: QUANTOS AINDA EXISTEM E COMO ELES FUNCIONAM? **Mega Curioso**. Disponível em: <https://www.megacurioso.com.br/estilo-de-vida/119429-dirigiveis-quantos-ainda-existem-e-como-eles-funcionam.htm>. Acesso em: 01/04/2022.

TINKERCAD. **Da mente ao projeto em minutos**. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 12/08/2021.

TOZZI, E. da S.; MAMMANA, V. P. et al. **Avaliação do programa One Laptop Per Child (OLPC) e as origens do WASH**. Cubatão: IFSP, 2018.

VASCONCELOS, Y; **Dirigível Autônomo, Inteligente e sem Piloto. FAPESP**; Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/inteligente-e-sem-piloto/>. Acesso em: 01/06/21.

Jacareí, 12 de maio de 2022.