

# ReviSTEAM

Produções Científicas da 2.a Série do Ensino Médio

v.01 n.03 - 2022



Prefácio com  
**Prof. Dr. Marcelo Hashimoto**

Entrevista com  
**Profa. Dra. Claudia Suemoto**

**Trilhas**  
Energia, comunicação,  
infraestrutura e  
transporte

## **COORDENADORES**

Me. Mariana Peão Lorenzin

Dr. Renato Pacheco Villar

## **EDITORES**

Lílian Siqueira

Thamires de Souza Nascimento

Fernanda Beraldo Lorena

## **EQUIPE DE PROFESSORES ORIENTADORES**

Alexandre Magno (Física - Me.)

Carolina Zambrana (Química - Dr.)

Fabrício Masutti (Artes/Música - Esp.)

Fernanda Cavaliere Ribeiro Sodré (Física - Dr.)

Lílian Siqueira (Química - Me.)

Lucianne Leigue dos Santos Aguiar (Médica Veterinária - Dr.)

Maria Fernanda Moreira (Química – Me.)

Mariane Cavalheiro (Design IA/Artes - Me.)

Marta Lenardon Corradi Rabello (Física - Me.)

Renato Pacheco Villar (Física - Dr.)

Tamara Aluani (Biologia – Me.)

Thais Trostli Costella (Ciências Moleculares – Esp.).

## **EQUIPE DE ASSISTENTES E TÉCNICOS**

Fernanda Beraldo Lorena (Dr.)

Thamires de Souza Nascimento (Me)

Natasha Colombo Braga

Riviane Garcez da Silva (Phd)

Mariana Grilo

## **CRÉDITOS DA CAPA E EDITORAÇÃO**

Clara Arnone

Wilton Yoshizava

Eliane Gerbaudo Costa

## Revista Científica do STEAM

---

Divulgação científica dos trabalhos da segunda série do Ensino Médio do Colégio Bandeirantes

---

Colégio Bandeirantes

Diretor Presidente: Mauro de Salles Aguiar

Diretor: Hubert Alquéres

Diretor de Operações: Eduardo Tambor Jr.

Diretora de Planejamento e Integração: Helena de Salles Aguiar

Diretora Pedagógica: Mayra Ivanoff Lora

Diretor Acadêmico: Onofre Rosa

Diretora de Convivência: Maria Estela Benedetti Zanini

Diretor de Tecnologia Educacional: Emerson Bento Pereira

Ficha catalográfica

ReviSTEAM. Revista Científica do STEAM. 3. ed. São Paulo:  
Colégio Bandeirantes, jan. 2023. Vol. 1.

il. color.

Anual

1. Ciências da natureza. 2. Artigos científicos. 3. Ensino básico. 4. Projetos. I. LORENZIN, Mariana Peão. II. VILLAR, Renato Pacheco. III. Título.

CDU 168.521(075.2)

## NOTA DO EDITOR

Um dos principais papéis das revistas científicas é facilitar o acesso ao conhecimento e propagar à comunidade técnico-científica e a toda sociedade em geral, o conhecimento de novas descobertas, teorias, hipóteses e o desenvolvimento de novos instrumentos, materiais, técnicas e métodos de estudo, avaliação e/ou análises nas diversas áreas da Ciência.

A presente revista, *ReviSTEAM*, é o resultado da compilação de todos os artigos escritos pelos alunos e alunas da segunda série do ensino médio do Colégio Bandeirantes durante o curso de STEAM. Nesse sentido, em grupos de três a seis integrantes, foram produzidos 114 textos escritos no formato de artigo científico (com introdução, objetivos, material e método, resultados, discussão e conclusão) apresentando os dados coletados pelos alunos durante o desenvolvimento dos seus projetos, realizados ao longo do ano de 2022.

Os trabalhos de pesquisa publicados nessa revista, tais como experimentos práticos; protótipos; levantamento de dados por meio de questionários, dados bibliográficos, observação, entre outros, trouxeram contribuições em diferentes temas escolhidos pelos alunos e que permeiam o contexto da exploração espacial, envolvendo assuntos relacionados às Ciências da Natureza.

A sensibilização dos estudantes a estes temas foi realizada por meio de vídeos, textos e discussões sobre as condições atuais da Terra e a possível exploração de Marte. A narrativa principal desenvolvida como norteadora do projeto, foi feita por meio de um carta-convite, que traz um contexto fictício, em que um representante de uma empresa internacional convidava os alunos e alunas a escolherem uma rota de projeto a trilhar; sendo a primeira rota direcionada para os projetos que deveriam estar relacionados a pesquisa na temática de exploração espacial e a segunda rota direcionada para pesquisas voltadas para melhorias na Terra.

A partir dessa contextualização, os grupos foram orientados por um professor-orientador da equipe de professores multidisciplinar do STEAM, cuja participação foi aconselhar desde o momento da escolha do tema, a pesquisa teórica, o desenho e desenvolvimento prático dos experimentos e a escrita dos artigos em si.

Ao longo de todo o processo os estudantes foram orientados na condução do projeto por meio de elaboração de hipóteses; refinamento das ideias; realização de planejamento e previsões, quanto ao tempo e também quanto e quais materiais seriam necessários; experimentação e testes de hipóteses, coleta de dados, novas indagações e hipóteses, desenvolvimento de aplicativos, protótipos, deixando todo o processo muito mais dinâmico entre os alunos e professores.

A *ReviSTEAM* é publicada desde 2020, de periodicidade anual e dividida em três volumes sendo eles: 1) Energia, Comunicação, Infra-estrutura e Transporte; 2) Meio-ambiente e; 3) Alimentação e Sobrevivência. Desde o primeiro ano de publicação já contamos, até o momento, com uma coleção de quase 350 artigos. Cada edição publicada é motivo de celebração! E, nesta 3a. edição, não poderia ser diferente! Os últimos dois anos (2020 e 2021) com a presença da COVID e a vida sendo redesenhada para o ambiente virtual, grande parte dos projetos foram desenvolvidos de forma remota, com os experimentos sendo realizados, na maioria das vezes, na casa dos alunos e as orientações realizadas por meio de reuniões online.

Em 2022 tivemos o tão esperado retorno presencial. Para orientação e a realização de projetos, o contato humano direto, alunos-orientador, é essencial e enriquecedor. A interação social cotidiana, as amizades, o rico compartilhamento de experiências e até mesmo os conflitos, que inevitavelmente acontecem nas negociações impostas pelo trabalho em grupo, assim como as soluções que surgem, são essenciais para o desenvolvimento cognitivo e excelentes situações de aprendizagem.

Com a publicação desta revista almeja-se proporcionar informações sobre os projetos científicos realizados e as considerações interdisciplinares das Ciências da Natureza, levando essas produções para além dos muros do Colégio Bandeirantes, construindo assim um acervo com uma série de sugestões de ideias de futuros projetos. Do ponto de vista do conhecimento científico, quanto mais saberes se colocam em circulação, quanto mais resultados de estudos e pesquisas tornam-se acessíveis ao público, mais podemos avançar na saúde, alimentação, energia e tantas outras áreas. Além disso, esta revista exprime a determinação de toda a equipe de

professores, assistentes de ensino e técnicos em querer aprimorar a produção científica e, também, explorar o universo da ciência.

Desejamos uma boa leitura e que estes textos possam ser um bom referencial de ideias, temas, projetos e principalmente, conhecimento para muitas pessoas!

Equipe STEAM 2022

“Nada tem tanto poder para ampliar a mente quanto a capacidade de investigar sistemática e verdadeiramente tudo o que está sob sua observação na vida.”

Marco Aurélio.  
Texto de Lucianne Leigue.

## Prefácio

Quando recebi a inesperada oportunidade para escrever este texto, refleti sobre qual ponto de vista deveria oferecer à ReviSTEAM. Seria melhor escrever como professor, como pesquisador em educação, como entusiasta de metodologias ativas ou como aluno do Band? Concluí que não faria muita diferença, pois esses papéis não representam pontos de vista totalmente distintos. Eles são facetas de uma mesma perspectiva.

Os melhores professores que conheço sabem que, para ensinar, precisam estudar: seja para descobrir nuances que facilitam a internalização de um conteúdo, seja para compreender idiossincrasias que tornam uma turma diferente de outras. Nos raros momentos em que acreditamos ter respostas, algum evento - por exemplo, uma pandemia - pode mudar as perguntas.

De maneira similar, os pesquisadores em educação sabem que a ciência é iterativa: a conclusão de um estudo é simplesmente a introdução de outro. Para produzir conhecimento, precisamos experimentar, errar e experimentar novamente.

Também dependemos de competências socioemocionais para realizar colaborações e lidar com frustrações.

Por fim, os entusiastas de metodologias ativas acreditam que o lugar dos docentes não é acima dos alunos, como únicos detentores do conhecimento. Buscamos estar ao lado, dirigindo um filme em que eles são os protagonistas e estudando o valor agregado por seus improvisos.

Isso significa que, seja como professor, seja como pesquisador em educação, seja como entusiasta de metodologias ativas, eu continuo sendo aluno. Ademais, como convidado dos Seminários Científicos e admirador dos Festivais STEAM, continuo sendo aluno do Band. Em cada artigo que avalio, aprendo sobre tópicos que não conheço e sobre o potencial dos alunos como pesquisadores. Em cada evento que visito, aprendo sobre metodologias que não prático e sobre a capacidade de reinvenção do colégio.

Reinvenção que não seria possível, aliás, sem a disposição dos organizadores e orientadores para estar ao lado dos alunos: estudando, experimentando e, sim,

errando. Se não admitíssemos erros em uma tentativa de disruptão, não estaríamos exercendo o pensamento crítico que buscamos desenvolver neles.

Esses organizadores e orientadores, mesmo com anos de inquestionável experiência, se permitem ser estudantes. Sem essa abertura, não seria possível expandir um mundo restrito a tabelas de fórmulas e estratégias de memorização para um universo de empreendedorismo e inovação.

Porém, como disse Jean-Baptiste Alphonse Karr, quanto mais as coisas mudam, mais elas permanecem as mesmas. Meus elogios às iniciativas atuais não devem ser interpretados como críticas a sistemas anteriores. Pelo contrário: se elas enxergaram longe, foi porque estavam sobre ombros de gigantes. Hoje, quando entro no Bandeirantes, vejo que ele mudou muito em relação à estrutura, mas não mudou nada em relação à missão. Os fins permanecem os mesmos - preparar para o futuro - mas os meios evoluíram justamente porque o colégio se permitiu ser estudante.

Encerro este texto mencionando outro tópico fundamental para educadores: evidências de aprendizagem. Nenhuma inovação em ensino pode ser sustentada apenas por opiniões e anedotas. No processo científico, que tanto queremos internalizado em nossos alunos, uma experiência precisa gerar dados convincentes e artefatos tangíveis para ser considerada bem-sucedida.

Nesse sentido, considero os Seminários Científicos e os Festivais STEAM e do Colégio Bandeirantes como evidências de aprendizagem, tanto dos alunos quanto da instituição. Os artigos presentes nesta revista não apenas validam a proficiência dos alunos em competências importantes, como também validam o sucesso da instituição na implementação de uma proposta ousada e inovadora.

Marcelo Hashimoto<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Marcelo Hashimoto possui mestrado e doutorado em Ciência da computação pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo e é Professor Assistente do Insper, onde trabalha com disciplinas baseadas em Metodologias Ativas para o ciclo básico da Engenharia e o ciclo específico da Engenharia de Computação e atua como líder da Trilha de Design para a Engenharia de Computação.

# **Entrevista com a Dra. Claudia Suemoto**

## **“O papel da ciência do ensino básico: vida e carreira”**



Graduada pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), com mestrado na área de Epidemiologia, doutorado em Ciências e pós-doutorado pela Harvard School of Public Health. Claudia é Professora Associada da Disciplina de Geriatria da FMUSP e desenvolve pesquisa sobre o envelhecimento cerebral, as demências e suas associações com doenças cardiovasculares. Em 2016, foi uma das pesquisadoras laureadas com o prêmio "Para Mulheres na Ciência" promovido pela L'Oreal, UNESCO e Academia Brasileira de Ciências. Em 2022, recebeu o prêmio Ewald W. Busse Research Award in the Biomedical Sciences por sua contribuição para os estudos em envelhecimento. Claudia é também editora associada das revistas científicas como a BMC Geriatrics, Frontiers in Neurology (Dementia and Neurodegenerative Diseases), Dementia & Neuropsychologia e do Brazilian Journal of Medical and Biological Research.

**Atualmente, você trabalha como cientista no Brasil e está envolvida com a produção científica e desenvolvimento de projetos de pesquisa. Como você começou a se interessar por Ciência? Quais foram/ são as suas inspirações?**

Meu interesse pela ciência começou durante a graduação em Medicina quando participei de projetos de Iniciação Científica. Minhas inspirações foram vários dos

meus mentores como os Professores Carlos Pasqualucci, Wilson Jacob-Filho, Ricardo Nitrini e Mayana Zatz.

**Como você avalia a importância da formação acadêmica em sua trajetória?**

**Como foi o seu percurso até aqui?**

Prezo muito a educação, acho que, sem dúvida, muda vidas. Tenho testemunhado o poder da educação na minha formação e de muitos alunos. Aprendi esse valor com meus pais e tento passá-lo para minha filha.

Meu percurso não foi linear. Me formei médica e trabalhei algum tempo com foco nas atividades clínicas. Mas ao iniciar o Doutorado, percebi que tinha vocação e acabei me apaixonando por estatística e epidemiologia. Ao terminar meu doutorado na Faculdade de Medicina da USP, decidi fazer um mestrado e um pós-doutorado em Harvard. Esse conhecimento mudou definitivamente minha carreira e minhas atividades de pesquisa ocupam a maior parte do meu tempo como professora.

**Como você descreve o seu fazer na sua profissão?**

Nosso grupo de pesquisa foca nos fatores de risco para demência no Brasil. Tentamos entender diferenças e similaridades com as pesquisas feitas em outras partes do mundo, principalmente em países ricos.

Boa parte do meu tempo é dedicada a análises estatísticas e escritas científicas e reuniões com meus alunos e colaboradores para avançar nos diversos projetos que fazemos.

**Como você enxerga o papel da escola na sua formação e na construção da sua trajetória?**

Foi muito importante por ter criado em mim o gosto por aprender e descobrir coisas novas. Entretanto, acredito que a educação no Brasil deve estimular mais a criatividade e autonomia dos alunos.

**No Colégio Bandeirantes, o curso de STEAM na 2.a série tem como objetivo principal proporcionar aos alunos uma vivência das etapas do processo de Iniciação Científica. Quais as contribuições que você enxerga desse tipo de trabalho para os estudantes do Ensino Médio?**

Acho de extrema importância. Fiquei impressionada com a qualidade e maturidade dos projetos que tive contato.

**Como você percebe a relação entre a realização de projetos orientados pela abordagem STEAM e a construção da Ciência?**

Fiquei entusiasmada pela abordagem moderna do STEAM e tenho certeza que é uma oportunidade para os alunos pensarem nessa possibilidade como uma carreira. Particularmente, gostei de ver tantas alunas envolvidas.

**Tem-se falado cada vez mais sobre o papel da mulher na Ciência e, nos últimos anos, essa discussão tem ganhado mais destaque. Como você percebe a importância sobre essa discussão atualmente?**

Acho essencial porque há pouca representatividade das mulheres em algumas áreas da ciência, seja em número, em igualdade de salários e representatividade em cargos de liderança. Meu 1º contato sobre a pouca representatividade da mulher em algumas áreas da Ciência foi quando eu estava na Universidade de Harvard em 2012. Lá essa questão é muito presente e participei de várias atividades sobre mulheres na Ciência. Ao voltar para o Brasil, ganhei o prêmio Para Mulheres na Ciência da L'Oréal, UNESCO e Academia Brasileira de Ciências e posteriormente participei do movimento Parent in Science. Por esse prêmio e atividade fica claro para mim, que precisamos avançar muito no Brasil para que as mulheres cientistas tenham as mesmas oportunidades que os homens cientistas.

**Além do papel como mulher na Ciência, você também tem um importante papel como mãe e, especialmente neste ano, sua filha vivenciou o processo de Iniciação Científica na 2.a série do Ensino Médio. Qual foi a sua percepção sobre**

**o desenvolvimento do projeto na sua família? Conte-nos um pouco sobre essa experiência em família, as discussões feitas etc.**

Primeiro quero manifestar meu orgulho pelo trabalho feito pela Isa, Heloisa e Beatriz! Eu e Isa conversamos algumas vezes sobre o projeto e aprendi muito com ela, visto que a área do projeto não é a minha. Fiquei surpresa e orgulhosa de ver o pensamento científico tão presente nas conversas: a parte de estruturação da revisão da literatura para ter um projeto relevante e inovador, o desenvolvimento da questão de pesquisa, ter um objetivo claro. Mas no nosso dia a dia, a Isa não é muito empolgada com a carreira científica porque ela se sente desestimulada pela baixa remuneração da carreira acadêmica.

**No final do processo de desenvolvimento dos projetos, os estudantes compartilham e fazem a divulgação dos seus dados e produto final em dois eventos, o Festival STEAM e o Seminário Científico. Como você avalia a importância desses momentos para a formação dos estudantes do Ensino Médio?**

É muito importante para promover o pensamento científico e o espírito de colaboração. Hoje em dia o conhecimento é infinito e há a necessidade de colaborar com vários cientistas para fazer algo de qualidade. Acho que o Festival STEAM e o Seminário Científico incentivam essa colaboração entre os alunos.

**Com esses eventos científicos, abrimos as portas do Band para a comunidade e trazemos pessoas ligadas às áreas acadêmicas de universidades e instituições de pesquisa para dialogar com os estudantes do Ensino Médio. O que você pensa sobre a aproximação dos alunos com professores e pesquisadores de universidades ou instituições de pesquisa?**

Acho importante para incentivar a comunicação entre o Ensino Médio e as universidades. Em muitas universidades brasileiras, como a USP, já existe a possibilidade de alunos do Ensino Médio fazerem uma pré-iniciação científica.

Acredito que movimentos opostos, como o Festival STEAM, do Ensino Médio para as universidades também são muito importantes.

**Estamos na 3.a edição da ReviSTEAM que reúne todos os artigos apresentados no Festival STEAM. Como você percebe o papel desta revista para a escola e para os estudantes?**

Escrever artigos científicos é um exercício importante dentro da carreira científica. A pesquisa não existe se ficar perdida dentro das paredes do laboratório em que foi feita. É necessário divulgar para a comunidade científica e divulgar também para a comunidade geral as descobertas e seus impactos para a sociedade. A ReviSTEAM ao publicar os artigos apresentados no Festival STEAM cumpre esse objetivo de treinar a escrita científica e divulgar entre os pares os achados das pesquisas dos alunos.





## Volume 1 – Energia, Comunicação, Infraestrutura e Transportes.

### Sumário

<b>COMUNICAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
Osmose em células animais e vegetais .....	3
Análise Biofísica Química de Solos: Uma Experiência de Aula Prática para o Ensino Básico .....	19
MAEDIM: Uma plataforma de imersão .....	34
Protótipo de um Robô Hospitalar .....	50
<b>ENERGIA .....</b>	<b>58</b>
Um mar de possibilidades: Geração de energia maremotriz em pequena escala.....	59
Estudo da variação da força magnética .....	75
A opinião popular sobre a energia nuclear .....	98
Energia Eólica: uso de uma hélice como alternativa sustentável de geração de energia .....	112
Otimização da energia nuclear (como tornar mais segura e reduzir riscos).....	120
Estudo e demonstração da conversão de energia sonora em elétrica .....	140
<b>INFRAESTRUTURA .....</b>	<b>153</b>
YOUmidade: desenvolvimento de um aplicativo para mensurar a umidade .....	154
Sensores para prever rompimento de barragens .....	168
Transporte de Água Longa Distância.....	177
O tijolo mais adequado para construção civil.....	199
Customização de camas para pet com máscaras descontaminadas e avaliadas: uma alternativa para reuso sustentável .....	214
A comprovação da Terra esférica por meio de experimentos simples .....	237
O futuro das casas em Marte .....	247
<b>TRANSPORTE .....</b>	<b>258</b>
Estudo sobre rodas em pistas irregulares, para fins de exploração de Marte .....	259
Teste de três tipos de rodas em um solo semelhante ao de Marte .....	273
Protótipo de Carro Comercialmente Viável Movido a Energia Solar .....	283
Rover Independente: protótipo de um veículo movido a energia solar.....	296



## COMUNICAÇÃO

Como se dá a comunicação entre Terra e Marte? Ondas eletromagnéticas, satélites? Arduino como controlador dos sensores de luz para simular esta possibilidade de comunicação? Esta trilha te levará bem longe!



## Osmose em células animais e vegetais

Luca Orlandi, Pedro Moreira e Pedro Franco

Professor(a) orientador(a): Lucianne

**Colégio Bandeirantes**

### **Resumo**

Este projeto fala sobre o processo de osmose em uma célula animal e outra vegetal, para assim ser possível a criação de um plano de aula prático para o ensino médio onde os alunos irão colocar as mãos na massa para realizar o próprio experimento em aula com o auxílio do professor. Para a realização deste projeto foi utilizado ovo e batata, para demonstrar o processo de osmose em células animais e vegetais respectivamente. Neste experimento os ovos foram descalcificados para depois serem inseridos em potes de água com diferentes solutos, enquanto as batatas foram cortadas em forma de caixa para.

**Palavras-chave:** Osmose, Plano de aula, Célula animal, Célula vegetal, batata, ovo).

### **Abstract**

Osmosis is a subject that not only is present in the entrance exam, but also is noticeable in several areas of our life. However, despite its relevance, this subject is not adequately studied during high school. With this in mind, the objective of this project was to carry out an experimental lesson plan that explains the subject about osmosis in animal and plant cells more didactically. To perform this comparison, two different experiments were performed, one done with potatoes (experiment 1), and one with eggs (experiment 2). In experiment 1, the potatoes were cut in the shape of a box and different solutes were placed inside each one. In experiment 2, the eggs were decalcified and then submerged in water. After both experiments the results were analyzed. These results confirm that, in experiment 1, the potatoes to which solutes were added released water, while in experiment 2 the eggs, depending on the solutions in which they were inserted, increased or decreased in size and gained mass. With the results it was possible



to observe that although the potato and egg are suitable foods, if one wants to observe macroscopic changes, they are not so efficient for microscopic observation. Thus, if the focus of the class was microscopic changes, the use of other foods is recommended.

**Keywords:** Osmosis, Class plan, Animal cell, Plant cell, Potato, Egg.

## Introdução

A osmose é o movimento de água dentro das células através de uma membrana semipermeável. Desse processo as moléculas de água partem de um meio menos concentrado para um meio mais concentrado (BATISTA, 2018).

Este processo de osmose ocorre quando, em um sistema, há uma diferença na concentração de soluto(sal) entre dois solventes(água) separados por uma membrana semipermeável. A solução mais concentrada apresenta, na sua composição, uma maior quantidade de soluto (Sal ou açúcar, por exemplo) que a menos concentrada, que consequentemente, apresenta uma maior concentração de solvente (Água). (MOREIRA, 2014)

Com isto, as moléculas de água do corpo, que possui uma solução menos concentrada de soluto, atravessam a membrana semipermeável para se unir à mistura presente no corpo de maior concentração de soluto, para assim se igualarem em concentração. (LOUREDO, 2019)

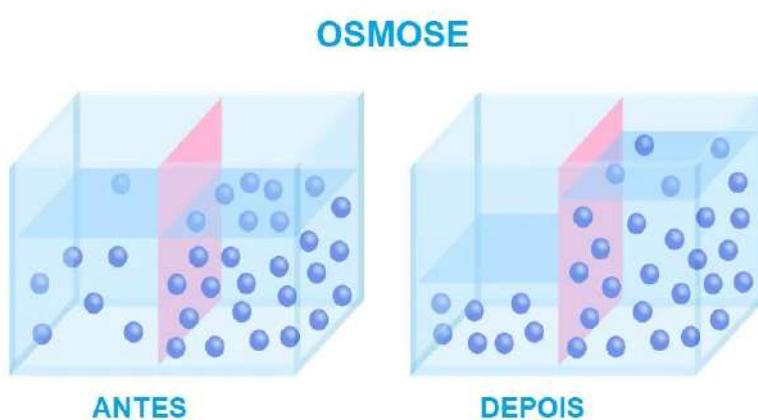


Imagen 1: ilustração do processo de osmose  
Fontes:BiologiaNet



Tal processo é evidenciado, por exemplo, em corpos de água com distintas concentrações de soluto, na diferença da respiração de peixes de água doce e salgada e até em células eucariontes sejam elas animais ou vegetais.

Nas células de um corpo (animal ou vegetal), o processo de osmose é imperativo para a garantia da sobrevivência da célula, já que este, a ajuda no controle de concentração de sais sem necessitar que está célula gaste energia no processo. (NUNES, s.d.)

Baseando-se no princípio de querer apresentar o fenômeno osmose de forma mais clara para o aluno, foram escolhidos dois materiais (ovo e batata) para o estudante ter uma comparação entre o que ocorre na célula vegetal e na célula animal após esse processo.

Essa comparação se deve ao fato de que esses tipos de células reagem de forma diferente quando estão em uma solução isotônica (contém mesma quantidade de soluto e solução presente dentro e fora da célula), hipertônica (contém mais soluto que a célula que é colocado nele) e hipotônica (contém menos soluto que a célula que é colocado nele). (APRENDER SOBRE ELETRÔNICOS,s.d.)

No caso de uma célula animal, quando ela se encontra em uma solução:

- o Hipertônica: irá perder água por osmose para o ambiente e murchará.
- o Isotônica: não haverá alteração no tamanho da célula, assim que a água flui entre a membrana plasmática na mesma proporção para dentro e para a da célula.
- o Hipotônica: entrada de grande quantidade de água por osmose, podendo ocorrer a lise (rompimento da membrana).

(DOS SANTOS, s.d.)

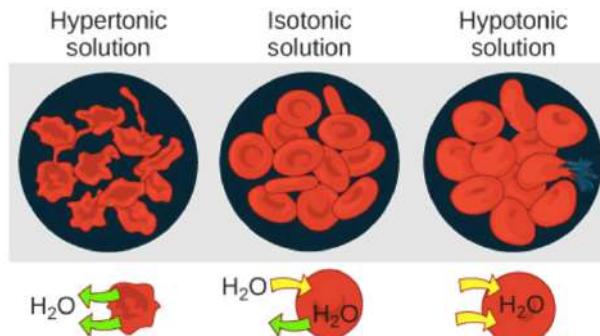


Imagen 2: representação das hemácias em diferentes tipos de soluções.  
Fonte: khanacademy,s.d.



Enquanto isso, quando uma célula vegetal se encontra em uma solução:

- o Hipertônica: célula túrgida, dado o aumento do volume vacuolar exercendo pressão sobre a parede celular.
- o Isotônica: não ocorre nenhuma alteração no tamanho da célula já que a água flui pela membrana plasmática em ambos os sentidos equilibradamente.
- o Hipotônica: a célula se enche de água até o ponto em que a parede celular impede a entrada de mais água pela pressão de turgor, não deixando a célula entrar em lise.

(MOREIRA, 2014).

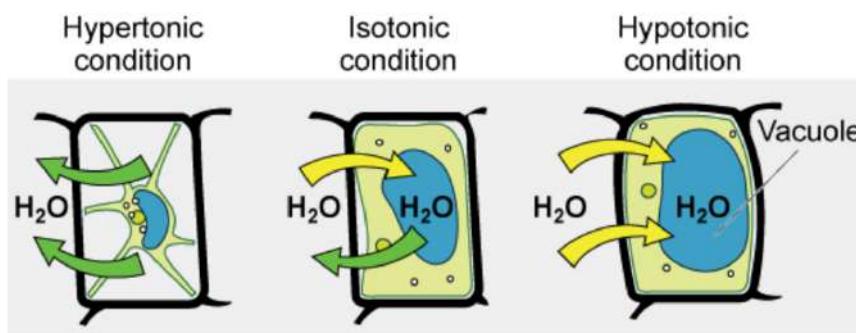


Imagen 3: representação das células vegetais em diferentes tipos de soluções.  
Fonte: khanacademy,s.d.

Como visto, a célula animal e vegetal reagem diferente em uma mesma condição, onde até mesmo as condições ideais para cada uma é distinta .Enquanto na célula animal, a solução ideal é a isotônica, pois se colocada em uma solução hipotônica a célula incha e pode explodir e na solução hipertônica ela murcha , enquanto na célula vegetal é a hipotônica, assim que a membrana plasmática só pode expandir até o limite da parede celular rígida causando a pressão de turgor (pressão sobre a parede celular), que ajuda manter a célula rígida ou túrgida. (OpenStax College, Biology, s.d.).

Levando em consideração a importância da osmose no funcionamento saudável das células de qualquer ser vivo e o fato de haverem poucos materiais acessíveis para todos os públicos sobre o assunto dos processos osmóticos, foi desenvolvido um artigo para contribuir na distribuição de conhecimento sobre o tópico, por meio de aulas práticas de química. “Qual o papel didático da experimentação e de que maneira ela contribui para a aprendizagem da Química?” (SOUZA et al., 2013). São essas reflexões que os autores tentaram responder ao longo do artigo demonstrando como realizar o ensino prático com um plano de aula claro, já que, a formação crítica, como grande característica da nova escola, em que prepara para discussão entre teoria e prática (MENDONÇA e ADAID, 2018).



---

No artigo, as aulas práticas terão foco nos experimentos do processo de osmose, mais especificamente em uma batata e uma casca de ovo. Nesse trabalho será explorado no contexto de pesquisa científica em ensino de química, para estudantes do ensino médio. Uma aprendizagem colaborativa com atividades experimentais para a promoção da argumentação e fazer o aluno responder o grande tema do trabalho, que é quais diferenças se pode observar no processo de osmose em uma célula animal e em uma célula vegetal?

## Objetivos

O objetivo deste trabalho é criar um plano de aula para o ensino médio sobre um experimento envolvendo a osmose em uma célula animal e vegetal, ovo e batata respectivamente, descrevendo este processo nos dois diferentes alimentos. Para realizar isso, foi avaliado parâmetros como a diferença no volume da água e aparência macro- e Microscópica de ambos os métodos em comparação com o controle.

## Materiais e Método

Os materiais que foram utilizados são:

- Água de torneira 350ml por pote
- 3 batatas
- Sal
- Açúcar
- 3 ovos com casca
- 1 frasco de vinagre branco
- 1 balde
- 6 copos
- Água destilada 350ml por pote

Foram realizados dois experimentos diferentes com o intuito de podê-los compará-los depois.

Análise 1: Foram observados tanto as batatas e ovos quanto as águas que eles serão inseridos, tanto de forma microscópica (colocando os componentes em uma placa de petri) quanto macroscópica (como volume, massa e odor).



Experimento 1: Consiste em pegar três batatas e cortá-las, fazendo um buraco, de forma que fique parecendo uma “caixinha”. Dentro da primeira batata não se colocou nada (controle do experimento), na segunda sal e terceira açúcar. Após alguns minutos foi formada água no buraco dessas batatas.

Experimento 2: Consta colocar três ovos cozidos em um balde com vinagre para descalcificação, tampando o pote com alumínio, deixando-os ali por aproximadamente um dia. Após isso, foi medido os ovos e estes foram medidos e colocados cada um em um copo diferente. No primeiro vai haver apenas água (controle do experimento), no segundo água e sal e no terceiro água com açúcar. Posteriormente os copos foram cobertos com pedaços de alumínio e serão retirados após 48 horas.

Análise 2: Após a retirada tanto da batata quanto do ovo, estes e a água na qual estavam inseridos foram ser observados da mesma forma que antes dos experimentos (análise microscópica e macroscópica). Além disso, a água coletada dos experimentos foi colocada á uma placa de petri á 30° para ver se houve o crescimento de fungos. Era esperado que por conta de estar em uma solução diferente (água e açúcar) e (água e sal) o fungo iria se proliferar mais rapidamente do que se estivesse em uma solução só com água.

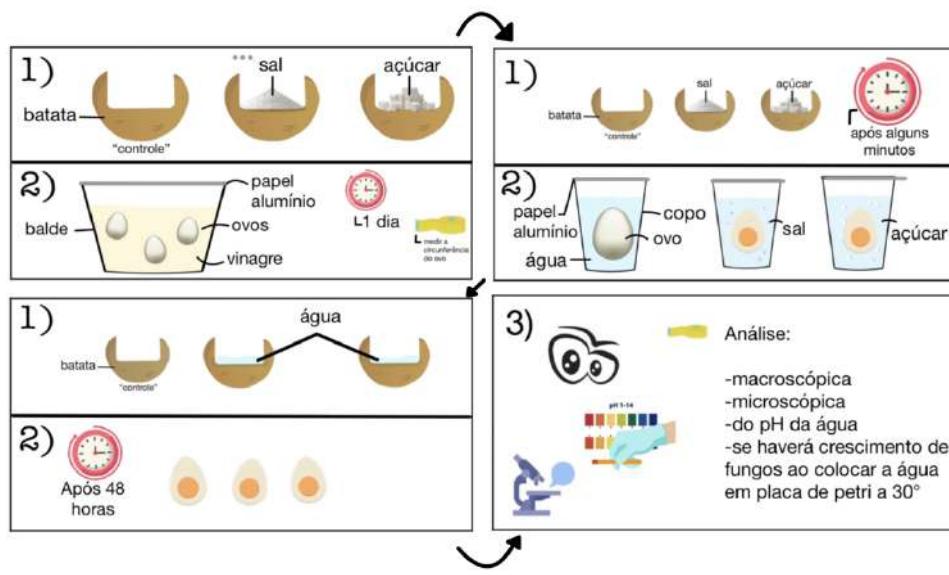


Imagen 4: ilustração passo a passo da realização dos experimentos.

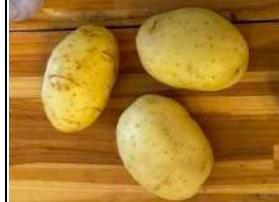
Imagen de autoría propia.



## Resultados e Discussão

Como ambos os experimentos, seja o da batata ou do ovo, foram realizados algumas vezes com mudanças em algumas variáveis, faz com que seja importante a separação dos resultados de cada um.

Experimentos com intuito de fazer uma análise macroscópica:

Experimento da batata 1		
Experimento da batata 2		
Experimento da batata 3		

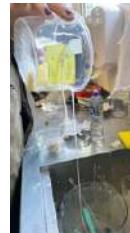
Imagens de direito autoral

Como as batatas foram cortadas três dias antes do dia em que se colocaria sal e açúcar nelas, elas mofaram. Além disso, como as quantidades de soluto que deveriam ser colocadas nas batatas estavam erradas no site de referência, quando foi colocado essas nas batatas, ocorreu do sal e açúcar transbordarem dos buracos das batatas, fazendo com que embora houvesse a liberação de água, ainda houvesse grande quantidade de soluto não dissolvido, o que dificultou a análise microscópica.

Após esperar quarenta minutos desde que se colocou 20 gramas de sal e açúcar nos buracos da batata, houve a formação de água. Porém, como a faca havia atravessado a batata na hora de fazer os buracos, houve o vazamento do líquido formado.



Foi feita uma tentativa de descascar três batatas e colocar cada uma em um recipiente (todas contendo água, porém uma também continha sal e outra também continha açúcar) para simular condições semelhantes com o experimento do ovo.



Autoria própria.

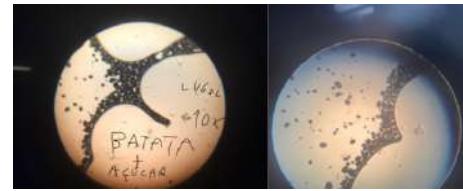
Porém, como as batatas foram retiradas 5 dias após serem submersas na água, elas acabaram ficando muito moles, e o controle do experimento acabou inclusive escorrendo do pote, assim que se havia tornado em algo viscoso.

#### Experimentos 4 (intuito de fazer uma análise microscópica)

Pedaço da batata controle		Observou-se presença de grãos de amido
Pedaço da batata com sal		Observou-se presença de grãos de amido
Água da batata com sal		(Lente 10X) Pode ser observados grãos de sal, amarelhados pelo lugol, dentro da forma que o líquido se fixou.



Água da batata com açúcar



(Lente 10x) Se observou a presença de pequenos grãos de açúcar no líquido.

Imagens de direito autoral

Experimentos com intuito de fazer uma análise macroscópica:

Experimento da ovo 1	
Experimento da ovo 2	

Imagens de direito autoral

Após os ovos serem numerados de 1 a 3, e antes deles serem imergidos no vinagre, houve a medição da circunferência dos ovos.

Circunferência	Ovo 1	Ovo 2	Ovo 3
antes de inserção no vinagre	15 cm	14,5 cm	15 cm

Porém, após dois dias no vinagre, houve a descalcificação da casca, o que levou consequentemente ao desaparecimento da numeração de cada ovo, não permitindo assim saber qual ovo era qual. Além disso, um dos ovos acabou estourando dentro do próprio recipiente.

Cada um dos seis ovos foram colocados em potes diferentes, e foram analisadas as circunferências deles antes e após do processo de descalcificação no vinagre, além de após a imersão deles na soluções.



Circunferência	Ovo 1 (água)	Ovo 2 (água e sal)	Ovo 3 (água e açúcar)	Ovo 4 (água)	Ovo 5 (água e sal)	Ovo 6 (água e açúcar)
Antes da descalcificação	14 cm	13,9 cm	15 cm	13,2 cm	14 cm	13,5 cm
Após a descalcificação	16,5 cm	17 cm	17 cm	16,8 cm	16 cm	17 cm
Após imersão nas soluções	17 cm	17 cm	16,2 cm	17 cm	16 cm	16,5 cm

Além disso, foram medidas as massas dos ovos antes e depois de serem colocados nas soluções.

Massa	Ovo 1 (água)	Ovo 2 (água e sal)	Ovo 3 (água e açúcar)	Ovo 4 (água)	Ovo 5 (água e sal)	Ovo 6 (água e açúcar)
Antes da imersão nas soluções	98,4 g	92,5 g	88,3 g	92,6 g	91,6 g	102 g
Após imersão nas soluções	92,8 g	99 g	89,6 g	93,5 g	94,3 g	95,6 g

#### Experimento do ovo 3:

Dessa vez foram realizadas as mesmas medições do experimento 2, porém, os ovos foram colocados em água destilada ao invés de água normal.

Circunferência	Ovo 1 (água destilada)	Ovo 2 (água destilada e sal)	Ovo 3 (água destilada e açúcar)	Ovo 4 (água destilada)	Ovo 5 (água destilada e sal)	Ovo 6 (água destilada e açúcar)
Antes da descalcificação	14 cm	14,5 cm	14,9 cm	Dado perdido	14 cm	14,3 cm
Após a descalcificação	18 cm	Estourou	16,5 cm	18 cm	17 cm	19 cm
Após imersão nas soluções	16,3 cm	Estourou	17 cm	17 cm	17 cm	17,3 cm



Massa	Ovo 1 (água destilada)	Ovo 2 (água destilada e sal)	Ovo 3 (água destilada e açúcar)	Ovo 4 (água destilada)	Ovo 5 (água destilada e sal)	Ovo 6 (água destilada e açúcar)
Antes da imersão nas soluções	91,1 g	Estourou	81 g	88,8 g	96,8 g	97,3 g
Após imersão mas soluções	93,7 g	Estourou	84,5 g	89,5 g	98,7 g	101,7 g

#### Experimento do ovo 4:

Foram realizadas as mesmas medições do experimento 3, além de haver a medição da massa antes do processo de descalcificação.

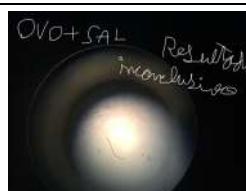
Circunferência	Ovo 1 (água destilada)	Ovo 2 (água destilada e sal)	Ovo 3 (água destilada e açúcar)	Ovo 4 (água destilada)	Ovo 5 (água destilada e sal)	Ovo 6 (água destilada e açúcar)
Antes da descalcificação	14 cm	14,7 cm	14,2 cm	14,1 cm	14,7 cm	14,8 cm
Após a descalcificação	16 cm	17 cm	16,3 cm	Estourou	16,2 cm	16 cm
Após imersão mas soluções	16 cm	16,2 cm	17 cm	Estourou	17,1 cm	16,4 cm

Massa	Ovo 1 (água destilada)	Ovo 2 (água destilada e sal)	Ovo 3 (água destilada e açúcar)	Ovo 4 (água destilada e sal)	Ovo 5 (água destilada)	Ovo 6 (água destilada e açúcar)
Antes da descalcificação	62,4 g	64 g	62,2 g	65,8 g	59,8 g	63,4 g
Antes da imersão nas soluções	88,7 g	93,9 g	87,3 g	Estourou	92,5 g	94,1 g
Após imersão mas soluções	90,6 g	98,2 g	89,3 g	Estourou	93,3 g	96,8 g

Um exemplo de cada tipo de ovo foi estourado para análise microscópica, (Ovo 2, Ovo 5 e Ovo 6)



## Experimentos 4 (intuito de fazer uma análise microscópica)

Ovo 5 (controle)	 Não se pode perceber muito, além das formações de gotículas de água.
Ovo 2 (água com sal)	 Não se pôde analizar definitivamente a amostra
Película, clara e gema (respectivamente)	

Imagens de direito autoral

O objetivo deste artigo foi criar a base para um plano de aula sobre osmose para o ensino médio. É recomendado que os professores começem a aula explicando o processo de osmose, para contextualizar os alunos sobre o experimento que será realizado, assim não deixando eles confusos com muita informação sendo dada, sem primeiramente entender o motivo daquele processo. Após a explicação seria recomendado que os professores mostrassem o método de forma prática para que os alunos possam realizar o experimento por conta própria, após a finalização desta etapa, perguntar para eles o motivo de possíveis erros e responder qualquer pergunta sobre estes.

Foram observadas mudanças macroscópicas nas batatas após o processo de osmose: nas duas batatas que foram colocados açúcar e sal houve formação de água, enquanto na batata que foi utilizada como controle não. Além disso, caso uma pessoa fosse reproduzir esse experimento, o mais recomendado seria começá-lo e terminá-lo no mesmo dia. Porém, caso isso não fosse possível, as batatas, após a liberação do líquido poderiam ser colocadas em uma geladeira por até dois dias.



Além disso, na hora da preparação do experimento, seria importante ter cuidado na hora de cortar um pedaço da batata, para não acabar furando o fundo e assim fazendo com que houvesse o vazamento da água formada.

Ademais, não é possível realizar o experimento da batata com as mesmas variáveis do ovo, assim que, quando estas ficam submersas em água por 5 minutos, elas ficam tão moles que impossibilita analisá-las microscopicamente e observar diferenças entre as três batatas.

Os resultados que foram obtidos não foram totalmente coincidentes com os resultados obtidos por LOUREDO (s.d.), assim que, embora em ambos tenha havido a liberação da água nas batatas que continham sal ou açúcar, todas as batatas dos experimentos realizados na experimentação ficaram moles, enquanto apenas as batatas com sal e açúcar no experimento de LOUREDO (s.d.) tiveram essa consistência. Porém, a batata controle provavelmente não teria ficado mole se não tivesse ficado por dois dias na geladeira.

Já no experimento do ovo, notou-se a necessidade de utilizar mais de 3 ovos em cada experimento, assim que na hora de realizar o experimento pode ocorrer imprevistos de alguém derrubar ou até mesmo do ovo estourar dentro do pote. Além disso, é importante colocar os ovos em potes diferentes de vinagre se quiser comparar a massa e a circunferência deles antes e após a inserção do vinagre. Ademais, não é possível anotar o número na casca do ovo e depois coloca-los em um mesmo pote com vinagre assim que, como a casca vai descalcificar, o número vai sair junto com a casca, não permitindo assim a pessoa que está realizando o experimento saber qual é o ovo 1, 2 ou 3.

Com os resultados do experimento, foi notável tanto o aumento da circunferência quanto da massa dos ovos após eles serem submergidos em vinagre. Isso se deve provavelmente ao fato do ovo ficar muito compactado dentro da casca, e após haver a descalcificação, esse ficar sucessível a entrada de solvente, aumentando seu tamanho.

Os resultados do experimento dos ovos submersos em água com sal e água com açúcar ocorreu de acordo com os resultados apresentados em ALVES (s.d.), assim que o ovo colocado na solução com açúcar estava menor em virtude da perda de água por osmose, enquanto o ovo imerso na água estava maior em virtude da entrada da água por osmose.



Também foi feito o experimento utilizando o sal no lugar do açúcar, que fez com que o ovo não aumentasse nem diminuísse de tamanho, embora a massa tenha aumentado. O fato da circunferência ter ficado igual, não aumentando igual aos ovos submersos em apenas água e não diminuindo igual aos ovos submersos em água com açúcar, provavelmente se da devido que havia a mesma quantidade de soluto na água com sal e dentro do ovo, fazendo com que não houvesse transferência de água através da osmose.

Já quando foi utilizada água destilada ao invés da água normal, notou-se o aumento da massa e circunferência tanto do recipiente só com água destilada, quanto o pote com esse solvente e açúcar. Isso provavelmente se deu assim que como a água era destilada, havia mais soluto dentro do ovo do que fora, causando a entrada de água em ambos os casos.

Porém, os resultados dos ovos submersos em água destilada com sal foram inconsistentes, assim que não teve nenhum padrão no comprimento, embora a massa tenha aumentado antes e depois da inserção desses nessa solução.

Microscopicamente, as amostras acabaram demonstrando grandes diferenças entre si, infelizmente ao analisar as amostras de ovos, não se pôde ter um resultado definido do que ocorreu com estas. Se sugere que, para se obter um resultado concreto em tais amostras, seja necessário o uso de algum produto químico que reaja com as células animais, de mesmo modo que o Lugol consegue reagir com o amido da batata.

Diferentemente dos ovos, as amostras microscópicas das batatas puderam ser analisadas com maior cautela e precisão, com isto, foi comparado a amostra (batata + sal) com uma amostra já pronta.



Autoria própria



Autoria própria



Ao se comparar ambas as imagens, se pôde perceber a falta de grandes cristais iônicos na amostra obtida pelo experimento, se especula que o tempo que as batatas ficaram refrigeradas, impactou nos resultados do processo, por isso é recomendado que o experimento seja feito e analisado no mesmo dia.

## Conclusão

Os experimentos se mostraram parcialmente adequados caso uma pessoa queira produzir uma aula para explicar as diferenças macroscópicas e microscópicas das células animal e vegetal durante o processo de osmose. Isso se deve ao fato de que foi possível observar mudanças macroscópicas significativas tanto no ovo quanto na batata após o processo ter sido realizado. Porém, como não foi possível ter uma análise microscópica efetiva, onde se pudesse observar o que acontece com as células após o processo, é recomendado que seja pesquisada outras formas ou outros alimentos em que se pudesse ter uma melhor análise à nível celular.

## Referências

- APRENDER SOBRE ELETRÔNICOS. **Solução Isotônica, Hipertônica, e Hipotônica**.s.d. Disponível em: < <http://www.learningaboutelectronics.com/Artigos/Solucao-isotonica-hipertonica-hipotonica.php>>. Acesso em: 29/04 /2022.
- ALVES, LÍRIA. **OSMOSE NO OVO – ATIVIDADE EXPERIMENTAL**. s.d. Disponível em < <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/osmose-no-ovo.htm> >. Acesso em 02/09/2022
- BATISTA, CAROLINA. **Osmose**. 2018. Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br/osmose/>>. Acesso em: 29/04 /2022.
- BiologiaNet. s.d. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fm.biologianet.com%2Fbiologia-cellular%2Ftransporte-passivo-pela-membrana-plasmatica.htm&psig=AOvVaw36hp7uJ8rO82eK63xP6WIP&ust=1651274658084000&sourc e=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwjQrtLM87f3AhUOIZUCHYUZDQAQr4kDegUIARDSAQ>>. Acesso em: 24/06/2022
- DOS SANTOS, V.S. **Osmose**. s.d. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/osmose.htm>>. Acesso em: 28/04 /2022.



- Khanacademy. s.d. Disponível em: < <https://pt.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/mechanisms-of-transport-tonicity-and-osmoregulation/a/osmosis>>. Acesso em 24/06/2022
- LOUREDO, PAULA. **Observando a Osmose em Batatas.** Brasil Escola, 2019. Disponível em: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/observando-osmose-batatas.htm> Acesso em: 28/04/2022
- MENDONÇA e ADAID. **EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE OSMOSE DE FORMA COLABORATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA .** 2018. Disponível em: <[https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV\\_155\\_MD1\\_SA107\\_ID1264\\_09082021235601.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV_155_MD1_SA107_ID1264_09082021235601.pdf)>. Acesso em: dia/mês/ano.
- MOREIRA, CATARINA. **Osmose.** Casa das ciências- Fundação Belmiro De Azevedo, 2014. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2014/241/> Acesso em: 28/04/2022
- NUNES, TERESA. **Como ensinar osmose utilizando batatas.** Ponto Biologia. s.d. Disponível em: <https://pontobiologia.com.br/osmose-na-batata/> Acesso em: 28/04/2022
- OpenStax College, Biology. **Osmose é Tonicidade.** Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/mechanisms-of-transport-tonicity-and-osmoregulation/a/osmosis>> Acesso em: 28/04 /2022.
- **Solução Isotônica, Hipertônica, e Hipotônica.** Aprender sobre Eletrônicos. Disponível em: <<http://www.learningaboutelectronics.com/Artigos/Solucao-isotonica-hipertonica-hipotonica.php>>. Acesso em: 28/04 /2022.
- SOUZA et al. **UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA INVESTIGAR O PROCESSO DE OSMOSE EM AULAS DE QUÍMICA.** 2013. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/37877>>. Acesso em: 28/04 /2022.
- LOUREDO, PAULA. **Observando a osmose em batatas.** Brasil Escola. s.d. Disponível em: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/observando-osmose-batatas.htm> Acesso em: 02/09/2022.



## Análise Biofísica Química de Solos: Uma Experiência de Aula Prática para o Ensino Básico

Ana Luísa Helaehil Barra, Julia Park Saraiva, Nicole Torolho Fonseca

Professor(a) orientador(a): Lucianne Leigue e dos Santos e Lílian Siqueira

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

O solo sempre foi de grande importância para a vida humana, pois é o fundamento da vida. Assim, este projeto teve como objetivo descobrir qual tipo de solo possui os melhores nutrientes e propriedades para uma planta crescer e correlacioná-los com conceitos básicos de ciências para alunos do ensino médio aprenderem. Ao longo do experimento, o desenvolvimento do feijão foi medido em quatro tipos diferentes de solo: areia, terra úmida, terra seca e pedras. O broto de feijão na areia morreu. Além disso, a drenagem da água de cada tipo de solo e seus níveis de pH foram testados. Os resultados sugeriram uma diferença nas taxas de crescimento das plantas e suas alturas finais e que a terra úmida drenou mais água enquanto os outros dois solos drenaram significativamente menos. Após o experimento mencionado anteriormente, amostras de solo foram colocadas ao microscópio e foram encontrados microorganismos. Em última análise, a hipótese foi legitimamente presumida, pois cada planta se desenvolveu de forma diferente – em altura, pH e tempo de crescimento – das outras devido ao seu tipo de solo. Assim, criando a possibilidade de um plano de aula eficiente.

**Palavras-chave:** ciência; solo; plantas; pH; água

### Abstract

The earth's soil has always been of great importance to human life, as it is the foundation of life. Thus, this project aimed to discover which type of soil has the best nutrients and properties for a plant to grow and correlate those to basic science concepts for middle school students to learn. Throughout the experiment, the



development of beans was measured in four different types of soil: sand, humid dirt, dry dirt, and rocks. The bean sprout in the sand died. Furthermore, the water drainage of each soil type and their pH levels were tested. The results suggested a difference in the growth rates of the plants and their final heights and that the humid dirt drained the most water as the other two soils drained significantly less. After the previously mentioned experiment, soil samples were placed under a microscope, and microorganisms were found. Ultimately, the hypothesis was rightfully presumed, as each plant developed itself differently—in height, pH, and time of growth—from the others due to its soil type. Hence, creating the possibility of an efficient lesson plan.

**Keywords:** science; soil; plants; pH; water

## Introdução

A importância do solo é extrema, uma vez que, desde os períodos da antiguidade, o mesmo vem sendo a maior fonte alimentícia para a espécie humana—das mais distintas sociedades em que habitaram o planeta Terra à nossa sociedade atual.

Para os seres humanos e para a maioria dos seres vivos, o solo é a mais importante parte da geosfera. Mesmo compreendendo uma finíssima camada de material, em comparação ao diâmetro total do planeta, é o meio onde se produz a maior parte dos alimentos indispensáveis a quase todas as espécies de vida (SODRÉ, 2012).

Além de servir como fonte alimentícia para a toda população mundial e os mais distintos seres vivos, o solo é o domínio onde os processos atmosféricos e hidrológicos estão ligados à biosfera e aos ciclos biogeoquímicos. Desempenhando assim, um papel central no suporte à vida da Terra. Ademais, cerca de 40% da precipitação terrestre retorna à atmosfera através do solo, das plantas e da atmosfera (FATICHI *et al.*, 2020).

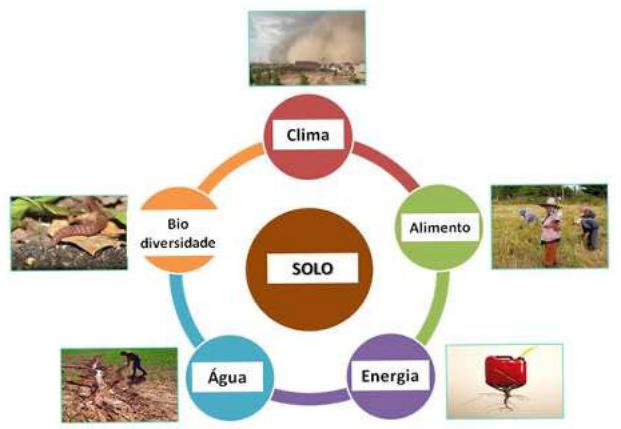


Figura 1 – Importância do solo. Fonte: Jornal Dia de Campo (sem data)

O solo é o principal fundamento no qual as plantas se desenvolvem e de onde todos os organismos vivos dependem. É um dos principais receptores de uma grande quantidade de elementos poluentes que, quando depositados, podem contribuir para a degradação dos ambientes terrestres, aquáticos, atmosféricos e biológicos.

O mesmo pode ser definido como uma mistura de materiais inorgânicos e orgânicos, formados a partir de uma série de processos intempéricos que operam na superfície terrestre que provocam a decomposição de rochas e minerais primários, graças à ação de agentes físicos, químicos e biológicos.

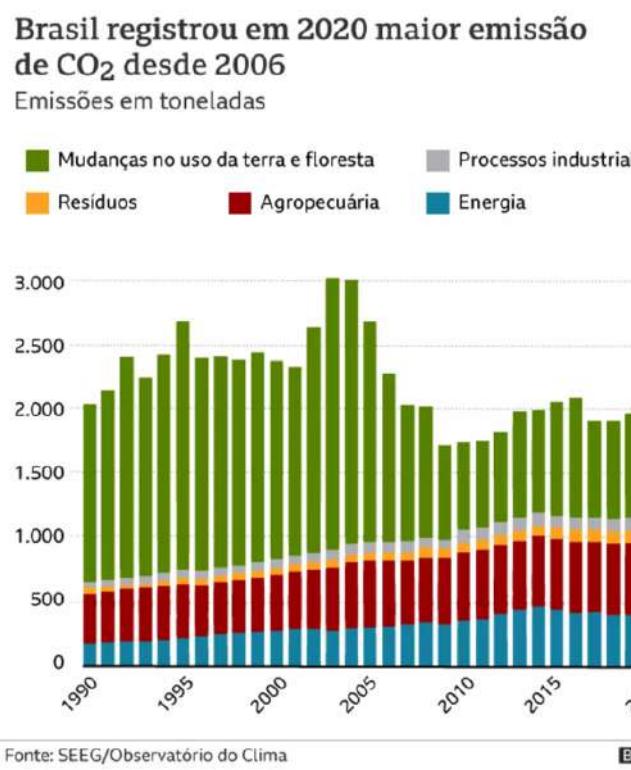
O solo, todavia, vem continuamente sendo explorado desde a antiguidade pelo homem, juntamente a modificação de toda a paisagem natural, afetando gradualmente as propriedades do solo, dessa maneira, tornando-o infértil. Isso pode ser decorrência da Revolução Industrial, uma vez que originou a adesão da indústria a sociedade atual, quais emitem gases contagiosos para o meio ambiente e, também, são depositados no solo (ROMEIRO, 1991).

Modificações no solo influenciam diretamente na sua estrutura, atividade biológica e, consequentemente, em sua fertilidade, refletindo diretamente nos agroecossistemas. Tais atividades, promovem o aumento da ciclagem de substâncias de ocorrência natural e a introdução de grandes quantidades de conteúdos sintéticos no ambiente.

Ademais, o desmatamento, assim como citado acima, torna o solo infértil. Uma vez que a desflorestação se torna algo repetitivo em um determinado local, com a finalidade de urbanizar a área sendo desmatada, o solo dessa localidade se torna infértil, o que é, na grande maioria dos casos, um problema irreversível. O gráfico



abaixo demonstra a emissão do CO<sub>2</sub> desde 2006, que se relaciona ao desmatamento, entre outros fatores.



*Figura 2 – Gráfico de emissão de dióxido de carbono. Fonte: BBC 2021*

O processo de urbanização e a expansão das atividades econômicas em São Paulo tem acontecido de forma predatória e irracional, revertendo-se em altíssimos custos ambientais e sociais.

O solo pode ser visto pela humanidade como uma fonte de relações tanto sociais quanto econômicas, que mostram a exploração do ser humano sobre a natureza, e as alterações feitas por essas ações antrópicas. Portanto, devido à grande importância do solo em regiões urbanas, por exemplo, a falta de órgãos governamentais que se dedicam a preservar esse aspecto natural, juntamente com problemas ambientais, pode trazer questões que são, em muitos casos, irreversíveis ao meio ambiente (SOUZA, 2015).

A elevada quantidade de matéria orgânica nos solos possui características físicas, químicas e biológicas próprias. Algumas delas resultam em efeitos contrastantes em relação aos observados em solos minerais. Por exemplo, os elevados índices de alumínio e baixos valores de pH, características indesejáveis em



solos minerais, geralmente, têm menor impacto negativo no desenvolvimento das plantas, devido ao elevado poder da matéria orgânica (EBELING *et al.*, 2008).

O pH (potencial hidrogeniônico) é a medida do grau de acidez de uma solução e é medido pelo teor de íons hidrônio livres por unidade de volume. Quanto mais ácida a solução, menor o valor do pH, pois a escala de pH é logarítmica.

O pH do solo, se refere, verdadeiramente, ao pH de uma solução feita pela mistura de uma amostra do solo com água, que é agitada e filtrada ou decantada. O pH do solo é medido com o auxílio de indicadores ácido-base naturais ou artificiais ou um peagômetro. (FOGAÇA, s.d.)

Há várias condições que podem afetar o pH do solo, seja a sua composição, a concentração de sais, ácidos, metais, bases e substâncias orgânicas que são acrescentadas no preparo para o plantio.

Saber se o solo está ácido ou básico é essencial, pois é determinante para o desenvolvimento de algumas culturas. Os solos ácidos, podem ser associados a baixa quantidade de magnésio e cálcio, a pouca decomposição da matéria orgânica, presença de substâncias tóxicas, etc. Geralmente, solos muito ácidos podem levar a um baixo desenvolvimento das plantas, devido à baixa fixação de nitrogênio relacionada a falta de matéria orgânica (AZEVEDO, s.d.)



*Figura 3 – medição do pH do solo. Fonte: ESN (sem data)*

Dados os motivos citados acima, seria inteligente examinar cautelosamente as características de diversos solos presentes no planeta Terra, como o rochoso, sedimentar, arenoso, etc. Dessa forma, ao realizar esse experimento, seria possível saber quais dessas características que afetam diretamente o desenvolvimento de uma planta nesse tipo específico de solo.



O pH, por exemplo, como foi mencionado anteriormente, é um elemento crucial no potencial de plantio de um solo e pode ser facilmente testado, utilizando medidores ácido-base, como a fenolftaleína e o repolho roxo.

Dado os motivos citados ao decorrer do texto, um experimento pertinente seria plantar pequenas mudas de plantas já um pouco crescidas e observar seu desenvolvimento em curto prazo, para finalmente ter um resultado concreto de qual seria o melhor solo para utilizar em caso de escassez de recursos.

É importante que estudos sobre avaliação da qualidade física do solo envolvendo vários atributos recorram a diversas técnicas de análises de dados, visto que apenas com as análises estatísticas univariadas pode haver o comprometimento das interpretações e conclusões, uma vez que a existência ou não de interdependência entre as variáveis não é explorada (MOTA *et al.*, 2017).

Então, é possível se dizer que uma planta tem um desenvolvimento distinto—seja ele, na altura, no pH, no tempo de crescimento—de outras, mesmo que sejam da mesma espécie, dependendo do tipo de solo em que ela foi plantada?

## Objetivos

O grande objetivo do experimento é testar três diferentes tipos de solo, sendo eles: orgânico seco, orgânico úmido e rochoso. Partindo disso, o intuito é fazer um plano de aulas para o Ensino Fundamental II do Colégio Bandeirantes, dando destaque para as aulas de STEM (Science, Technology, Engineers and Maths) do 9º ano.

## Materiais e Método

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram feitos quatro experimentos que foram observados e estudados cuidadosamente por algumas semanas. Tendo isto em mente, para a realização da experiência, foram necessários 4 tipos distintos de solos, 4 mudas de feijão que foram previamente germinadas, 4 medidores de pH e uma régua de 30cm. O controle foi a planta germinada que permaneceu no algodão. A variável independente é o tipo de solo, quais são: arenoso, rochoso, terroso úmido terroso seco. A constante é o tipo de planta, neste caso, o broto do feijão.



Dessa forma, cada planta foi posta em um dos variados solos e, como a muda da planta é a mesma, a hipótese testada foi: “Se o mesmo tipo de planta se desenvolve diferentemente em distintos solos, então ela depende das condições naturais desse solo para se desenvolver.”

Ao passar dos dias, foram observados e anotados os resultados obtidos. Dentre eles se encontram: mensurar a planta, analisar qual está se desenvolvendo melhor e em qual solo e os motivos envolvidos.

Foi, também, realizada a drenagem de cada tipo de solo. Analisando, assim, como cada planta se comportou e se a quantidade de planta que foi absorvida pela muda teve influência no crescimento da mesma.

Na finalização dos experimentos, o pH de cada um dos solos foi medido, a fim de compreender quais são motivos para o bom desenvolvimento de uma planta com base nos dados obtidos. Essa etapa, também, foi importante para descobrir as propriedades e características de cada um dos solos e sua influência nos fatores bióticos e abióticos da Terra.

Em relação ao plano de aulas anteriormente citado, foi realizado um plano de organização para a realização de aulas que possuem o intuito de ensinar aos alunos os conceitos de pH, volume e como usar um microscópio.



Figura 4 – Demonstração visual do experimento. Fonte: Imagem autoral.

A primeira etapa do projeto foi colocar os feijões para germinar (08/06/22).

Conforme o desenvolvimento do trabalho, o grupo realizou a pré-organização dos tipos de solo que foram utilizados para a plantação dos feijões, sendo eles: orgânico úmido e seco, rochoso e arenoso (10/06/22).

Uma semana após a germinação, as plantas foram cuidadosamente transferidas para os vasos com os solos organizados anteriormente (15/06).

Cinco dias depois, o feijão plantado no solo orgânico seco apareceu na superfície. A partir deste momento, os outros, exceto o que estava no solo arenoso, passaram a se desenvolver rapidamente.



## Resultados e Discussão

No dia seguinte (21/06), ambas as plantas no solo rochoso e orgânico seco cresceram significativamente, 3cm e 4cm de altura, respectivamente. Neste mesmo dia, o broto que estava no solo orgânico úmido passou a amadurecer.

Simultaneamente, a qual estava no solo arenoso não apresentava sinais de crescimento.

Dia 22/06: O feijão no solo orgânico úmido cresceu 4cm. O restante se manteve igual.

Dia 23/06: A planta no solo rochoso apresentava 5cm e a no solo orgânico seco com 6cm. Neste dia, também foi registrada a morte do grão no solo arenoso.

Dia 24/06: O legume no solo orgânico úmido havia crescido 5cm desde o dia 22, totalizando uma altura de 9cm. As dos solos rochoso e orgânico seco cresceram mais um centímetro. Também foi recomeçado o processo de germinação do grão no solo arenoso.



*Figura 5 — desenvolvimento das mudas*

Após a morte do feijão na areia, foi começado o processo de germinação de um novo broto, que após ser germinado, foi colocado na areia novamente para uma outra tentativa de desenvolvimento.

Para tentar ser concertado o que deu errado e causou a morte do feijão na primeira tentativa, a muda foi regada com uma quantidade maior de água e com mais frequência.



*Tabela 1: crescimento do feijão germinado em cada solo; autoral*

Desenvolvimento: Feijões				
	Orgânico Seco	Solo Rochoso	Orgânico Úmido	Solo arenoso
<b>20/06</b>	Broto apareceu na superfície	_____	_____	_____
<b>21/06</b>	Cresceu até 4cm de altura	Começou a crescer, chegou a 3cm de altura	Broto começou a amadurecer e aparecer na superfície	_____
<b>22/06</b>	_____	_____	Cresceu até 3cm de altura	_____
<b>23/06</b>	Chegou a 6cm de altura	Chegou a 5cm de altura	_____	Após nenhum crescimento, foi registrada a morte do feijão no solo arenoso
<b>24/06</b>	Cresceu mais 1cm, totalizando 7cm de altura	Cresceu mais 1cm, totalizando 6cm de altura	Cresceu 5cm, totalizando 9cm de altura	_____

Foi realizado um teste da drenagem de água nas plantas, que consistiu em colocar 60ml de água em cada muda e observar quanto foi drenado em cada, obtemos os seguintes resultados:

*Tabela 2: água drenada em cada solo.*

Tipo de solo:	Quantidade de água inicial	Quantidade de água final (após drenagem)
Solo rochoso	60mL	41mL
Solo orgânico úmido	60mL	60mL
Solo orgânico seco	60mL	37mL



*Figura 6 — Resultado da drenagem*  
*Pote 1: Solo orgânico úmido;*  
*Pote 2: Solo orgânico seco;*  
*Pote 3: Solo rochoso.*

Além disso, foi medido o pH da água drenada das três plantas. Foi descoberto que ambos os solos dos tipos rochoso e o orgânico seco tinham pH 6 e o solo orgânico úmido tinha pH 8.

As três amostras de água foram submetidas a uma observação ao microscópio. Na água do solo orgânico úmido foi observado, a presença de esferas transparentes com movimento browniano e com movimentos flagelados. Na água do solo orgânico seco foi visto um nematódeo. Na água do solo rochoso foram vistas algumas bolhas e um nematódeo. Todos estes resultados foram vistos por um aumento de 400x.

Foi observada também a diferença de tamanho entre as folhas das plantas de cada tipo de solo. A folha da planta do solo rochoso ficou com tamanho maior e as outras duas menores, com tamanho parecido.

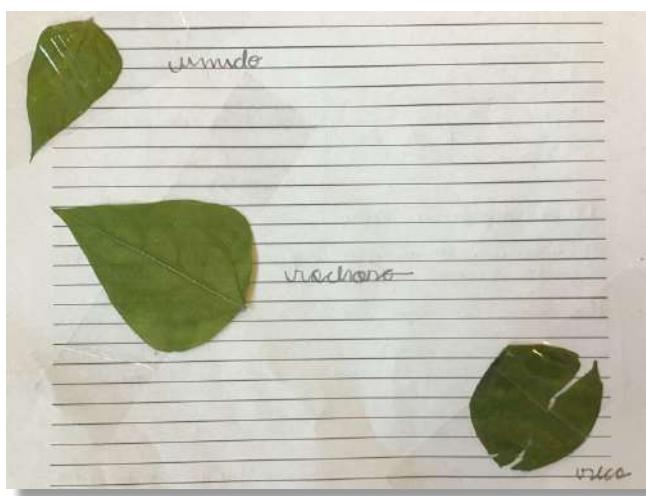


Figura 7 — Folhas das plantas; autoral

Figura 8 — Nematódeo visto no microscópio com aumento de 400x; autoral.

A partir dos dados finais analisados, como o pH e água são de fato fatores contribuintes para o crescimento de uma planta, foi criado um plano de aulas para explicar melhor esses dois elementos. O plano criado teve como base explicar o que é o pH e identificar a diferença entre ácido, básico e neutro. Além disso, como o pH do solo orgânico úmido era básico (8) e o dos solos orgânico seco e rochoso era ácido (6), foi colocado no plano de aula o porquê desses fatores terem capacidade de interferir nos resultados.

Em relação à água, foi colocado no plano a definição do conceito de volume, solubilidade, porosidade e a conversão de unidades de medida (mL para L, etc.). Além do mais, foi introduzido o conteúdo de fotossíntese, de como a água é a essência para que haja a formação de glicose e assim a planta cresça. Como essa teoria foi designada para aulas do fundamental 2, esse conceito foi aprofundado e foi introduzido o significado de ponto de compensação fótico, o qual explica o maior crescimento da planta no solo úmido.

Finalmente, em relação à biotecnologia, foi inclusa a microscopia. Foram adicionados os métodos de manipulação do microscópio e a importância de saber observar os seres vivos no mesmo.

Em relação aos experimentos realizados nos solos, praticamente todos foram um sucesso, com exceção do solo arenoso. Como foi visto ao longo do experimento, as duas mudas diferentes de feijão já germinadas, que foram plantadas na areia e



regadas com a mesma frequência dos outros tipos de solo, não resistiram e morreram, enquanto as dos outros solos seguiam com um padrão de desenvolvimento estável. Uma das possíveis hipóteses para esse resultado seria que o solo arenoso, não só possui poucos nutrientes para o crescimento de uma planta, mas também drena muita pouca água, provavelmente por causa da sua porosidade.

Sendo assim, há uma baixa disponibilidade de água para a planta usar em seu crescimento. “A capacidade de retenção de água no solo influencia diretamente o modo de vida dos vegetais, pois a água é indispensável a todas as funções vitais.” (AZEVEDO *et al.*, 2014)

Em comparação a experimentos previamente existentes, foi visto que alguns projetos utilizaram a argila ao invés da areia para observar o crescimento das plantas. Isso se deve ao fato de que, como a argila tem maior porosidade do que a areia, ela é capaz de reter mais água, deixando mais da mesma disponível para a planta realizar fotossíntese. Enquanto isso, a areia, por não conseguir reter água, não disponibiliza os nutrientes suficientes para que a planta cresça, fazendo com que ela morra. Dessa forma, é explicado o motivo pelo qual os resultados em outros experimentos foram mais positivos em relação aos tipos de solo.

Além disso, houve uma diferença não esperada entre a quantidade de água drenada pelos solos nos quais as plantas conseguiram sobreviver. Para o solo orgânico seco e orgânico úmido, foi usado o mesmo tipo de terra, a única diferença foi que o solo orgânico úmido recebeu um volume muito maior de água ao ser regado. Entretanto, aparentemente foi o suficiente para que os resultados dos testes de drenagem fossem diferentes. Isso talvez tenha ocorrido por causa de um possível acúmulo de água nas partículas da terra úmida, que já tinha atingido o seu nível máximo de absorção por ser regada frequentemente com um volume maior do líquido. Sendo assim, ao passar pelo processo da drenagem, a terra não foi capaz de reter nada.

É possível se dizer também que a diferença no pH se deve ao volume de água, uma vez que tanto o solo rochoso quanto o solo orgânico seco (que foram molhados igualmente) têm um pH ácido, enquanto o solo orgânico úmido possui um pH básico.

Portanto, assim como foi anteriormente citado, percebe-se que a água foi um dos fatores principais para a contribuição de diferentes resultados no experimento. “A água é o principal elemento carreador de nutrientes para as plantas, sendo ela



proveniente da precipitação e/ou irrigação. Sua disponibilidade promove o incremento da produtividade, desde que atenda às necessidades das plantas em suas fases de desenvolvimento.” (FREITAS *et al.*, 2018).

## Conclusão

Após o processo de realização dos experimentos, com os dados obtidos por esses, sendo eles, a drenagem de água de seus solos e a sua observação no microscópio e medição do pH da água de cada respectivo solo, foi possível comprovar a hipótese proposta anteriormente: “é possível se dizer que uma planta tem um desenvolvimento distinto—seja ele, na altura, no pH, no tempo de crescimento—de outras, mesmo que sejam da mesma espécie, dependendo do tipo de solo em que ela foi plantada?”. Isso pois, de forma geral, a altura de cada planta se diferenciou uma da outra, assim como, os índices de pH, tempo de crescimento de cada muda e a retenção de água em cada solo. Dessa forma, sendo possível construir um plano de aulas eficiente para trabalhar os conceitos de pH, volume e como usar um microscópio com alunos jovens.

## Referências

- BREFIN, M. de L. M. S.; **DIA NACIONAL DO SOLO: POR QUE UM DIA ESPECIAL PARA O SOLO?** JORNAL DIA DE CAMPO. Disponível em: <http://diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=27591&secao=Artigos%20Especiais&t=Embrapa%20Solos> Acesso em: 25/03/2022.
- ESN. **SOIL TESTING TIPS FOR THE PERFECT FERTILIZER APPLICATION.** Disponível em: <https://smartnitrogen.com/soil-testing-tips/> Acesso em: 25/03/2022.
- PASSARINHO, N.; **COP26: NA CONTRAMÃO DO MUNDO, BRASIL TEVE AUMENTO DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> EM ANO DE PANDEMIA.** BBC NEWS. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-59065361> Acesso em: 25/03/2022.
- AZEVEDO, J. **QUAIS SÃO AS CARACTERÍSTICAS DE UM SOLO ÁCIDO?** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/solo-acido/> Acesso em: 25/03/2022.
- EBELING, A. G.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREZ, D. V.; PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S. **SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS.** Disponível em:



<https://www.scielo.br/j/brag/a/kKNWSK9HMZ8NprZqNtcBTmD/?lang=pt&format=pdf>.

Acesso em: 25/03/2022.

- FATICHI, S.; OR, D.; WALKO, R.; VEREECKEN, H.; YOUNG, M. H.; GHEZZEHEI, T. A.; HENGL, T.; KOLLET, S.; AGAM, N.; AVISSAR, R. **SOIL STRUCTURE IS AN IMPORTANT OMISSION IN EARTH SYSTEM MODELS.** Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-020-14411-z> Acesso em: 25/03/2022.
- FOGAÇA, J. R. V. **PH DO SOLO. MANUAL DA QUÍMICA.** Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/curiosidades-quimica/ph-solo.htm> Acesso em: 25/03/2022.
- MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ALVES, C. V. O.; ALENCAR, T. L. **IMPACTOS DE USO E MANEJO NO SOLO NA VARIABILIDADE E QUALIDADE DE ATRIBUTOS FÍSICOS DE CAMBISOLOS.** Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/viewFile/4040/2351> Acesso em: 25/03/2022
- ROMEIRO, A. R. **REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E A MUDANÇA TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA EUROPEIA.** Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revhistoria/article/view/18633/20696> Acesso em: 25/03/2022.
- SODRÉ, F. F. **QUÍMICA DE SOLOS: UMA INTRODUÇÃO.** Disponível em: <https://www.aqua.unb.br/images/Artigos/Tematicos/solos.pdf> Acesso em: 23/03/2022.
- SOUSA, C. dos S. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E MINERALÓGICA DOS SOLOS DE ENCOSTAS SOB DIFERENTES ENCONTAS.** Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15518/1/DS186.pdf> Acesso em: 29/04/2022.
- AZEVEDO, N.H.; MARTINI, A.M.Z.; SCARPA D. L. **CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS EM SOLOS COM POUCA ÁGUA.** Disponível em: [http://labtrop.ib.usp.br/lib/exe/fetch.php?media=projetos:restinga:restsul:divulga:apostila:ecologia\\_na\\_restringa\\_atv3p74-87.pdf](http://labtrop.ib.usp.br/lib/exe/fetch.php?media=projetos:restinga:restsul:divulga:apostila:ecologia_na_restringa_atv3p74-87.pdf) Acesso em: 02/09/2022



## MAEDIM: Uma plataforma de imersão

Eduardo Kretzig Sotnik, Fernando Rosenberg Bekerman, Marco Salomão de Lima,

Rafael Katz Abela, Rafael Serson Rohr

Thaís Trostti Costella e Alexandre Magno Montibeller

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

O planeta está imerso em uma extrema crise ambiental. A magnitude da calamidade é tão grande que especialistas consideram a exploração espacial como a única saída dessa situação. Devido a esse contexto, a proximidade entre Marte e a humanidade nunca se fez tão essencial. Ademais, dadas outras circunstâncias do mundo moderno, o uso de recursos tecnológicos em sala de aula está sendo popularizado massivamente. Além disso, existem pesquisas suficientes que corroboram com a ideia da alta eficácia dessas ferramentas. Assim, desenvolveu-se o “Maedim”. Contendo 2417 linhas de código em HTML, CSS e Javascript, o objetivo da plataforma é aproximar seus usuários do planeta vermelho. Com o intuito de testar a eficácia da plataforma em relação ao conhecimento sobre Marte que foi agregado a cada usuário, um questionário com perguntas sobre Marte foi criado e aplicado a estudantes de 10 a 15 anos de idade. Uma parte deles respondeu às perguntas sem antes utilizar a plataforma, enquanto outra fez uso de uma aba específica do site antes de respondê-las. Como resultado, a nota média daqueles que haviam feito uso do “Maedim” foi 47,6% maior que a daqueles que não. Buscando uma distinção ainda maior entre essas notas, com base no feedback dado, a plataforma foi aprimorada e o processo descrito repetido. A diferença subiu para 68,2%. Além do mais, 100% dos que acessaram o site acreditam ter aprendido algo sobre Marte no processo. Esse conjunto de fatos possibilita afirmar que a plataforma é capaz de divulgar conhecimento sobre o planeta, cumprindo seu objetivo. Desse modo, já publicado na internet espera-se que o “Maedim” se torne popular o suficiente para aproximar uma grande parte da população a Marte.

**Palavras-chave:** Maedim; Marte; internet; programação; aprendizado; questionário; plataforma; notas; metodologia.



## Abstract

The world is currently experiencing an environmental calamity. So profound is the crisis that specialists contend that space exploration is the only way out. Due to this context, never has the proximity between mankind and Mars been as imperative as it is at the moment. Given this modern context, technology is massively being popularized in classrooms. Furthermore, there is enough evidence to support the fact that digital platforms are vastly useful in the field of education. Thereupon, "Maedim" was developed. After 2417 lines of HTML, CSS and JavaScript code, the platform was intended to be capable of acquainting Mars with its potential colonizers. Designed to meet the needs of testing how efficient the platform is when it pertains to adding information about Mars, a questionnaire regarding information about the planet was projected. Afterwards, this quiz was applied to kids who are between 10 and 15 years old. Some of them answered it without using the platform and others had already made use of it before answering. The average grade of those who had used Maedim was 47.6% higher than the one of those who had not used it. Aiming an even higher distinction among those groups, the platform was improved, and the process repeated. That difference rose to 68.2%. Moreover, everyone who accessed it declared having learned something about the red planet. This conjecture of facts makes possible to corroborate that the platform is capable of sharing knowledge about Mars, accomplishing its objective. Therefore, already published on the internet, there is hope that the platform becomes popular enough to approximate a major part of the population and Mars.

**Keywords:** Maedim; Mars; internet; coding; learning; questionnaire; platform; grades; methodology.

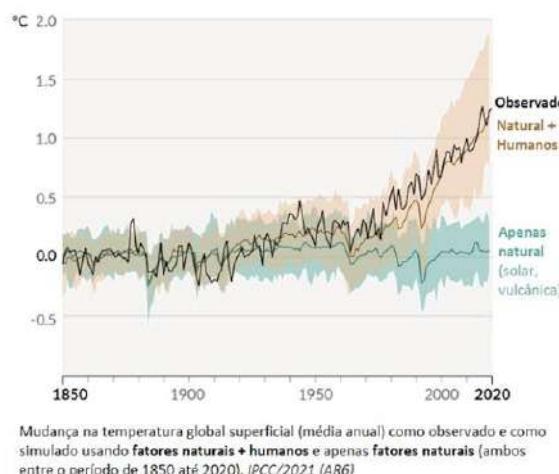
## Introdução



O mundo atual sofre com inúmeros perigos provocados pela própria humanidade. Segundo artigo do geólogo Pedro Jacobi:

“O relatório anual das Nações Unidas faz terríveis projeções para o futuro da humanidade. A ONU prevê que em 2050 mais de 45% da população mundial não poderá contar com a porção mínima individual de água para necessidades básicas. Segundo dados estatísticos existem hoje 1,1 bilhão de pessoas praticamente sem acesso à água doce. Estas mesmas estatísticas projetam o caos em pouco mais de 40 anos, quando a população atingir a cifra de 10 bilhões de indivíduos. A partir destes dados projeta-se que a próxima guerra mundial será pela água e não pelo petróleo. (...) A água somente passa a ser perdida para o consumo basicamente graças à poluição e à contaminação, nunca devido ao assoreamento como muitos dizem. São estes fatores que irão inviabilizar a reutilização, causando uma redução do volume de água aproveitável da Terra.” (JACOBI, 2011).

Por mais desesperadora que seja a situação, existem cientistas que renegam todos os fatos que evidenciam que não existe mais esperança para o planeta azul. Outros fatores, como as mudanças climáticas, são produtos dos humanos e não se pode esperar que os mesmos solucionem aquilo que causaram. A magnitude da mudança climática global antropogênica é atualmente considerada irreversível em tempos humanos (MARTINS, 2016). O homem tem contribuído significativamente para a modificação do ecossistema original, como mostra a figura 1. Entretanto, o divisor de águas nessa relação é a Revolução Industrial, uma vez que o equilíbrio ecológico, embora frágil, vinha sendo mantido até então (SERRA, 2007).

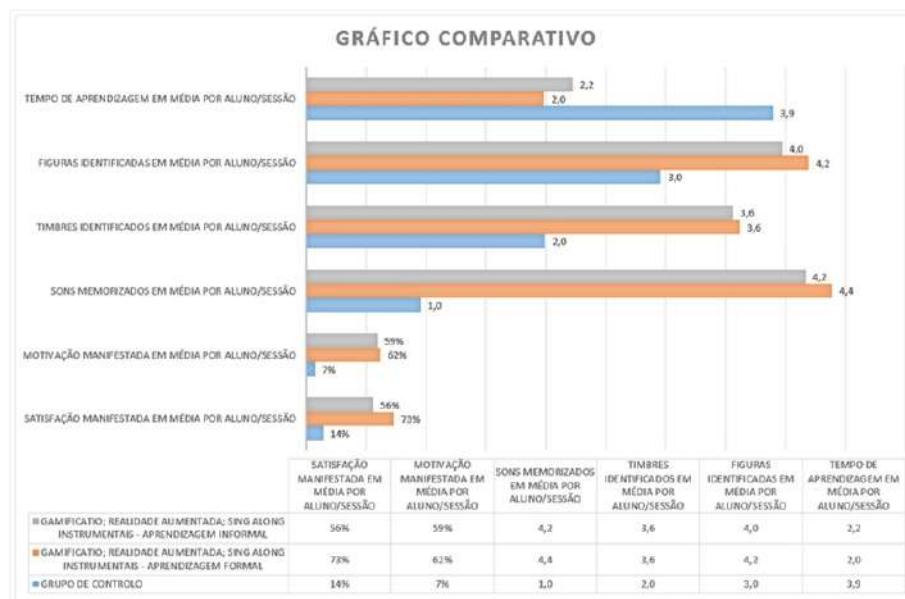


**Figura 1:** Gráfico que demonstra o aquecimento global, consequência da ação antropogênica irresponsável



Desde 1760, o ambiente vem sofrendo uma pressão insustentável e se percebe que as prospectivas para o futuro na Terra são pessimistas. Por isso, a potencial única saída disponível é a colonização de Marte. “I don't think the human race will survive the next thousand years, unless we spread into space.” (HAWKING, 2001). Traduzindo livremente para o português, Stephen Hawking afirmou que não acha ser provável que a raça humana sobreviva os próximos mil anos caso não se espalhe pelo espaço. Livros escritos no século passado já exploravam essa possibilidade e consideravam possível que ela fosse a próxima grande conquista da exploração espacial. Atualmente, aquilo que só existia na ficção científica, está se tornando realidade. (BERTUSSI, 2016).

A humanidade, compulsoriamente ou não, está cada vez mais próxima dessa realidade. Essas investidas interplanetárias, além do sonho de muitos, podem se tornar obrigatórias. Desse modo, é imprescindível que, dentro das possibilidades, o homem se aproxime de Marte. Simulações e experiências imersivas, como o uso de plataformas virtuais são os principais métodos de aproximação tecnológica que existem hoje e são usados dentro de salas de aula para facilitar o entendimento dos alunos. Sua utilidade é superior aos custos devendo ser um fator determinante para sua implementação no setor da educação. (BRAGA, 2001). Tal utilidade é demonstrada pela Figura 2.

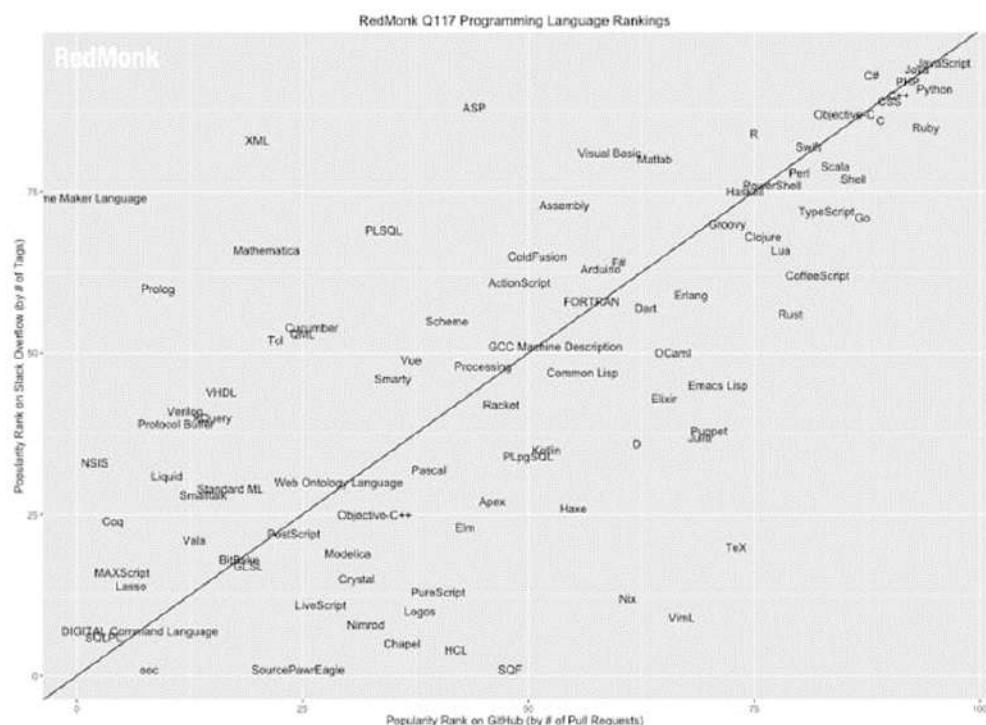


**Figura 2:** Gráfico que demonstra a melhor performance no aprendizado por alunos quer fizeram uso de realidade aumentada na escola



É fato que as simulações são um recurso muito utilizado e sua importância é cada vez maior na escola e nas pesquisas atuais. Essa crença na capacidade do computador poder prover condições ideais para um ensino personalizado tem levado vários pesquisadores a desenvolverem simulações de fenômenos físicos. (MEDEIROS & MEDEIROS, 2002). Nos anos 90, o emprego da realidade virtual como uma forma de interação com o computador, tornou-se bastante popular devido à sua utilização em jogos (JÚNIOR et al., 2002). Por isso, é compreensível o fato de que tais simulações podem aproximar o homem de Marte, não só no âmbito de pesquisas interplanetárias, mas também no âmbito de uso pessoal para entretenimento.

Para que isso seja possível, é necessário estabelecer um local em que essas simulações sejam publicadas. Sendo selecionado em um servidor remoto, a melhor linguagem para a plataforma é o Javascript. Ela foi criada pela Netscape em parceria com a Sun Microsystems, com a finalidade de fornecer um meio de adicionar interatividade a uma página web (SILVA, 2010). Até hoje, devido à suas qualidades, Javascript é uma das linguagens mais utilizadas da web, como mostra a Figura 3. Muitos frameworks e bibliotecas adotados no mercado fazem uso de Javascript. (VIANA et al., 2015).



**Figura 3:** Gráfico que demonstra o alto uso de Javascript dentro de renomados sites de programação, o Stack Overflow e o GitHub



Levando o contexto em consideração, foi formulado o projeto que visa o desenvolvimento de um protótipo. A ideia é que esse seja uma plataforma virtual que conte sobre Marte de modo que apresente diferentes seções, entre elas estariam curiosidades, fotos, vídeos, jogos, simuladores e outras atividades que engajem o usuário. Seria possível que o uso dessa plataforma interferisse de modo a agregar ao conhecimento mensurável (por meio de questionários) acerca de Marte?

## Objetivos

Com isso em vista, o projeto científico tem por objetivo aproximar tecnologicamente, por meio de uma plataforma on-line, os usuários dela de Marte, potencial alternativa para sobrevivência humana.

Objetivos específicos:

- Estudar uma linguagem de programação;
- Criar uma plataforma na internet;
- Aprender a manipular vídeos 360°;
- Pesquisar informações sobre Marte e sua colonização;
- Programar a plataforma e estudar até encontrar a melhor versão dela;
- Conduzir pesquisas de opinião e questionários com potenciais usuários;
- Avaliar a plataforma pelos dados obtidos nas pesquisas e questionários.

## Materiais e Método

Para o desenvolvimento do protótipo e seu processo, foram necessários os materiais que estão listados a seguir:

- Questionário no Google forms (Apêndice).
- Materiais na internet para incorporar na plataforma
- Dados coletados
- Vscode (plataforma de programação)
- Servidor para publicar a plataforma
- Plataforma desenvolvida pelo grupo

Foi desenvolvida em Javascript, HTML e CSS uma plataforma que aproxima seus usuários de Marte e agrupa conhecimento acerca do planeta a eles. A fim de testar a eficácia da plataforma (programada no Vscode), as abas foram restringidas



para os usuários, de modo a habilitar o uso de apenas algumas áreas previamente estabelecidas, segundo a tabela 1:

**Tabela 1:** Separação dos alunos em seus grupos específicos na primeira testagem e limitação de abas a ser usada por cada um.

Aba disponível para os usuários	Grupo de usuários	Número de usuários testados
<u>Vídeos</u>	V	4
<u>Curiosidades</u>	C	4
<u>Fotos</u>	F	7
<u>Teorias da conspiração</u>	T	2
<u>Nenhuma</u>	controle	5

Foi também disponibilizado um questionário com três seções. A primeira, com informações de identificação do estudante, a segunda com testes sobre Marte e a terceira, com perguntas de avaliação e feedback da plataforma.

Os estudantes dos grupos C, F, T e V seguiram o seguinte procedimento: preencheram o formulário de identificação, fizeram uso específico de sua aba do site por 10 minutos, responderam a testes sobre Marte, navegaram livremente pela plataforma e, por fim, avaliaram aspectos dela, fornecendo sugestões de melhoria. O grupo controle, por sua vez, não fez uso de nenhuma aba específica antes de realizar a segunda seção do questionário. Na sequência exploraram a plataforma sem restrições e, por fim, também forneceram feedback. Com base nesse feedback e nas notas tiradas por cada grupo, a plataforma foi aprimorada, especialmente na aparência da aba de fotos, conteúdo da de teorias e a inserção de uma aba de jogos.

Após essas melhorias, repetiu-se o processo de testagem e os grupos foram divididos conforme ilustrado na Tabela 2.

**Tabela 2:** Separação dos alunos em seus grupos específicos na segunda testagem e limitação de abas a ser usada por cada um.

Aba disponível para os usuários	Grupo de usuários	Número de usuários testados
<u>Vídeos</u>	V	3
<u>Curiosidades</u>	C	4



<u>Fotos</u>	F	5
<u>Jogos</u>	J	3
<u>Teorias da conspiração</u>	T	2
<u>Nenhuma</u>	controle	5

## Resultados e Discussão

O desenvolvimento da plataforma resultou em 2,417 mil linhas de código e 8 abas, sendo elas a inicial, curiosidades, fotos, vídeos, teorias da conspiração, jogo, simuladores e referências. Na primeira, há uma descrição do projeto e suas motivações. Na segunda, há um sistema de display aleatório que mostra uma curiosidade a cada clique no botão. Na terceira, há uma foto com legenda e botões para que seja possível ir à próxima foto e voltar à anterior. Na quarta, há uma distribuição de 8 vídeos que contribuem com a experiência de imersão proposta pela plataforma. Na quinta, há o espaço da Teorias da Conspiração, que mostra teorias sobre Marte, que também estimula o engajamento do usuário em relação ao planeta vermelho. Na sexta, há um quiz sobre Marte e um ET que descreve o jogador com base em seu desempenho nesse jogo de perguntas e respostas. Na sétima aba, dos simuladores, existem cinco experiências para se acessar. Em algumas pode-se ver, por exemplo, rovers da NASA tridimensionalmente e até pilotá-los. Por fim, na página de referências existem todas as fontes buscadas para realizar a criação do site. Seguem as figuras 4, 5, 6 e 7 com fotos do código da plataforma e de suas interfaces.

```
Visual Studio Code (Prévisualização) Faz qualquer função e qualquer extensão totalmente em seu computador. Sobre o arquivo | Páginas de Códigos | Termos de Uso | Sobre o Visual Studio Code
```

```
1 // curiosidades.js
2
3 button.textContent = "Proxima";
4
5
6 function aparecer() {
7     let mult = curiosidades.length - 1;
8     const img = document.createElement("img");
9     const i = Math.floor(Math.random()) * mult;
10    curiosidade = curiosidades[i];
11    texto.innerHTML = curiosidade;
12    counter += 1;
13    curiosidades.splice(i, 1);
14    topo.innerHTML = `Curiosidade ${counter}`;
15    if (curiosidades.length == 0) {
16        texto.innerHTML = curiosidades[0];
17        curiosidades = [
18            "O planeta Marte recebe o nome de 'Marte' em homenagem ao Deus romano da guerra. Se algum dia invadiremos ele, em um guerra, teremos que invadir muitas vezes de volta pra lá pra plantar uns cheiros bons no céu de Marte.", "Aqui temos um link para o código-fonte de um jogo de estratégia feito em Python (modo 1 pessoa). Os jogos derivam de estratégias antigas e modernas.", "A duração do dia em Marte equivale ao do planeta Terra, com 24 horas e 37 minutos, sendo a sua sazinha teria duração de 687 dias.", "A massa de Marte é de 6,4% + Math.pow(10, -23) + " kg. Comer isso tudo de novo sairia muito caro!", "As temperaturas de Marte variam de 22 a -125 graus celsius. Tentece de levar um casaco!", "A atmosfera de Marte é 95% composta por CO2 + "2%", "Acha que teríamos dificuldades para respirar?", "A gravidade de Marte é de 37,7% da Terra, ou seja, é 0,377x menor que a Terra.", "Se Marte existisse água, essa água estaria sólida. De que jeguei que ficam assim estocadas?", "O planeta registra os maiores raios de tempestade do sistema solar.", "A distância média de Marte ao Sol é de 227,943,824 Km. Já pensou ter que decorar esse número?", "Vocês têm todas as curiosidades! Recomendo que visite as outras abas!";
19 }
20 button.textContent = "Anterior - Curiosidade";
```

Figura 4: Código do sistema de curiosidades



```
>     "text": document.getElementById("text"),
>     "text": document.getElementById("text"),
>     "start": document.getElementById("start"),
>     "t1": document.getElementById("T1"),
>     "options": document.getElementsByClassName("opt"),
>     "a": document.getElementById("a"),
>     "b": document.getElementById("b"),
>     "c": document.getElementById("c"),
>     "d": document.getElementById("d"),
>     "certo": document.getElementById("certo"),
>     "errado": document.getElementById("errado"),
>   ]
>
>   let pontuacao;
>   let corretas;
>   let erradas;
>   let perda;
>
>   function c1() {
>     g1=document.getElementById('a').style.display = "none";
>     g2=document.getElementById('b').style.display = "none";
>     g3=document.getElementById('c').style.display = "none";
>     g4=document.getElementById('d').style.display = "none";
>     g5=document.getElementById('certo').style.display = "block";
>   }
>
>   
```

Figura 5: Código do jogo

MAEDIM Curiosidades Fotos Vídeos Teorias da conspiração Jogo Simuladores Referências

**BEM-VINDO(A)!**

**MAEDIM:**

**Motivação:**  
O homem vêm maltratando o meio ambiente desde a revolução industrial. Cada vez mais, nosso planeta corre perigo e há cenários nos quais seremos obrigados a deslocar. Além disso, o homem vem se preparando cada vez para a exploração espacial. Por uma série de fatores, como a proximidade à Terra, provisões relativamente similares, pressão atmosférica acessível e presença de água nos três estados líquido, Marte se qualifica como o destino menos inviável para vida. Levando isso em consideração, desenvolvemos esse plataforma que pode aproximar o usuário de Marte.

**Descrição:**  
A plataforma abriga as seguintes abas: Curiosidades, Fotos, vídeos, Teorias da Conspiração, Jogos, Simuladores e Referências, todos elas serão interativas e para explorá-las é só clicar no link referente, que está no cabeçalho. Esperamos que você se divirta muito e aprenda sobre o planeta vermelho.

**Qualidades:**  
Todos os dados foram pesquisados em fonte seguras. Além disso, a plataforma foi otimizada após ser testada por alunos do Ensino Fundamental II e aprimorada com base nos resultados desses testes.

Figura 6: Interface da aba inicial

MAEDIM Curiosidades Fotos Vídeos Teorias da conspiração Jogo Simuladores Referências

**RIDON!**

Você aceitar jogar o Ridon, nosso jogo de perguntas e respostas?

 SIM!

Figura 7: Interface da aba de jogos

Após a primeira testagem, as notas do questionário foram separadas por cada aba e estão expostas na Tabela 3:



**Tabela 3:** Tabela dos resultados da primeira testagem

Grupo do Experimento	Notas tiradas pelos estudantes								Média de 0-12 dos alunos
	1/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	10/12	
Controle	1	2				2			4,20
CURIOSIDADES				2	1			1	6,50
Fotos			1	1	2	1	1	1	6,57
Teorias		1			1				4,50
Vídeos			1		2		1		6,00
<b>Todos os alunos</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5,73</b>
Quantidade de alunos com cada nota									

A nota média de 1 até 12 dos estudantes do controle foi, previsivelmente, a menor das notas médias. Contudo, a aba de teorias da conspiração também apresentou um resultado muito ineficaz, apresentando nota média de 4,5. Claramente isso indica que existia uma carência por informação nessa aba. Vale ressaltar o bom desempenho das outras; nenhuma delas ficou com a nota abaixo de 6. Outra comparação possível sobre o desempenho de cada grupo no questionário envolve o fato de que a nota média dos grupos C, F, T e V foi de 6,13, 47,6% maior que a do grupo Controle. Outros dados que merecem a devida atenção é a nota média da plataforma e a aba de preferência dos estudantes, originárias do feedback. O valor do primeiro é de 4,14 de, no máximo 5, o que indica que a plataforma foi de apreço do grupo de testes. As abas que mais chamaram a atenção estão ilustradas na Tabela 4:

**Tabela 4:** Abas de preferência dos estudantes na primeira testagem

<b>Aba que mais chamou atenção:</b>	
Curiosidades	14%
Fotos	5%
Simuladores	35%
Teorias da Conspiração	23%
Vídeos	23%

Além disso, outras informações valiosas obtidas pelo experimento são advindas do feedback oral durante a coleta de dados. Diversas reclamações foram feitas em relação às legendas e aos botões da aba de Fotos. As críticas relativas às legendas tangenciam, principalmente, o fato que para vê-las é necessário navegar



para baixo na aba. As relativas aos botões, por sua vez, são referentes ao fato que eles não têm a aparência de botões. Entre as abas que entregaram nota 6 ou mais, a de vídeos apresentou pior desempenho. Isso se deve, provavelmente, ao fato de que o tempo de acesso a ela no experimento foi de apenas 10 minutos, que não é o suficiente para assistir a todos os vídeos e obter todas as informações que a aba tem a oferecer.

Ainda, na Tabela 5, existem comentários postados no questionário que incluíam melhorias a serem feitas.

**Tabela 5:** Comentários em ipsis litteris feitos acerca da plataforma

“o site poderia fazer um tópico sobre quem participa das expedições, tanto diretamente como indiretamente, pilotos, cientistas, governos e mais.”
“Na aba de fotos, a legenda poderia ser de outra cor e um pouco mais para cima.”
“Achei que seria interessante em mencionar a importância de Marte para a sobrevivência dos humanos- como que nós podemos colonizar o planeta e como a SpaceX, por exemplo, pretende fazer isso. Mas além disso, se um usuário pretende usar o site para encontrar informações rápidas e interessantes sobre Marte, recomendo não só limitar essa fonte às abas de curiosidades e teorias de conspiração. Poderiam por exemplo criar outra aba com várias sessões (Não só 5, como na das teorias de conspiração) com conteúdos mais variados, para que o usuário possa ter suas dúvidas respondidas. Para isso, seria necessário que sejam fácil de encontrar, poderiam habilitar algum Search Engine no site para que pessoas possam encontrar o assunto que mais interessa sem dificuldades. Além disso, não acredito que seja necessário criar uma aba específica para curiosidades, por exemplo. Na minha visão, a ferramenta pode passar informações interessantes e relevantes, porém a maior parte das vezes, o usuário passa por vários fatos que não lhe interessam para depois chegar no que querem saber. Não acho que devem deixar isso acontecer, façam com que pessoas não percam seu tempo com coisas que podem achar chatas- O que acontece é que estão passando informações completamente aleatórias e esperando que por coincidência seja isto que o usuário quer. Mas não acho que devem eliminar completamente esta ideia, poderiam disponibilizar essa ferramenta na



"loading screen" ou no canto inferior da tela, quando pessoas não estão necessariamente procurando por informações, e só se por acaso, se o usuário se interessa pela informação poderá se engajar mais facilmente. Mas em geral, façam que pessoas consigam encontrar mais facilmente o querem de uma forma mais organizada. E também, se querem fazer o site mais "rico" de informações, procurem falar sobre conteúdos mais diversos para que não limite para um público mais restrito á informações muito específicas."

"A teoria sobre os marcianos poderia ter mais informacoes, mas em geral esta um site bem legal e informativo"

"Outra sugestão é a aba no qual você está localizado ficar laranja para você poder se localizar"

Com base nesses comentários, foram formuladas ideias para a plataforma. Melhorias a serem feitas com bases nelas foram a coloração laranja na aba aberta, visando facilitar a localização dentro da plataforma, melhorar o nível de informações da aba de teorias e, por fim, de modo geral, aprimorar o acesso direcionado por parte dos usuários.

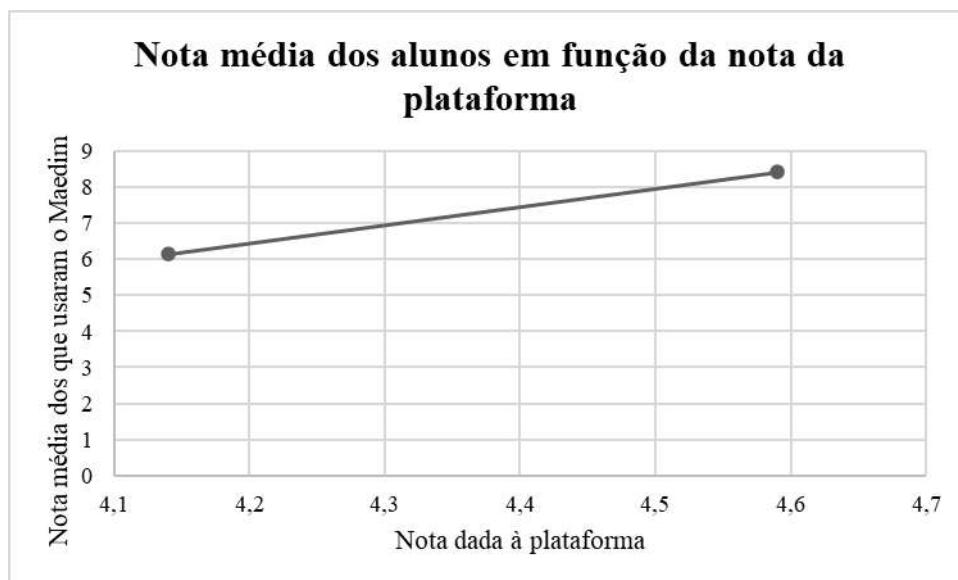
Para a segunda testagem, a plataforma havia tido um grande avanço na estética da aba “Fotos”, facilitando seu acesso, principalmente às legendas, o que amplia seu nível de dados. Outras mudanças foram a criação da aba de jogos e adição de informações na aba de Teorias. Resultado da segunda testagem está ilustrado na Tabela 6:

**Tabela 6:** Resultados da segunda testagem

Grupo do Experimento	Notas tiradas pelos estudantes										Média de 0-12 dos alunos
	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12	12/12	
Controle	1	2	1				1				5,00
Curiosidade				1		1	2				8,00
Fotos			1		1	2					7,80
Jogo							1		1	1	10,67
Teorias					1			1			8,50
Vídeos					1	2					7,67
<b>Todos os alunos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>7,64</b>
Quantidade de alunos com cada nota											



Nela pode-se observar que em geral, as notas foram maiores que na primeira testagem. A do Controle foi 5,00, sendo, disparadamente, a menor. A aba que sofreu mudança mais expressiva foi justamente a que mais foi trabalhada entre as duas testagens. A nota média de Teorias subiu 88,9%. Em geral, a nota média aumentou 33,3%. Vale ressaltar o excelente desempenho da página de Jogo, que em seu primeiro teste já recebeu a maior nota. Por conta dessas e outras mudanças, a diferença entre a média dos grupos C, F, J, T e V (que usaram o “Maedim” anteriormente a responder o questionário) e do controle aumentou para 68,2%. No que diz respeito ao feedback dos alunos testados a avaliação da plataforma subiu para 4,6 de 5. Quando combinados esse fator e a média dos usuários, como mostrado na Figura 8, percebe-se que quanto melhor a percepção da plataforma pelas pessoas, melhor o desempenho delas.

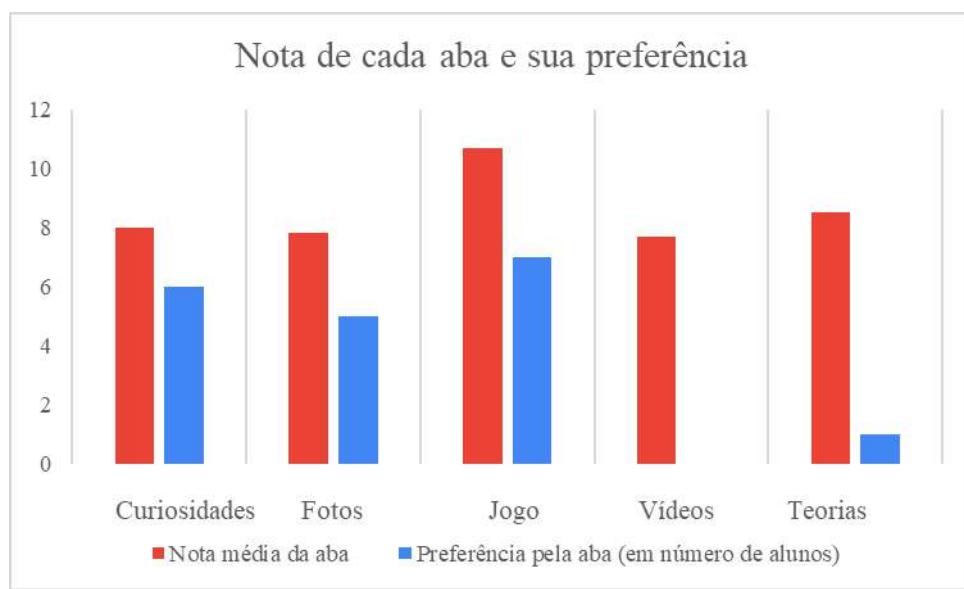


**Figura 8:** Gráfico que mostra o aumento da nota média conforme melhor a avaliação da plataforma.

Para analisar se esse mesmo pensamento é válido na perspectiva de cada aba, os dados das tabelas 6 e 7 foram estudados e postos em um gráfico (Figura 9).

**Tabela 7:** Abas de preferência dos estudantes na segunda testagem

<b>Aba que mais chamou atenção:</b>	
Curiosidades	27%
Fotos	23%
Jogo	32%
Simuladores	14%
Teorias da Conspiração	5%
Vídeos	0%

**Figura 9:** Gráfico comparativo de performance por abas de preferência

Com base nas três primeiras colunas do gráfico, o pensamento é válido para cada aba. Conforme mais atrativa ela é, maiores são as notas relativas a ela.

Por fim, um último dado impactante está no fato de que 100% dos participantes do experimento, em ambas as testagens acreditam ter aprendido sobre Marte durante o processo.

## Conclusão

Com base nos resultados, é fato que a plataforma agrupa conhecimento sobre Marte. É inegável, também que foi uma acertada decisão buscar interatividade na plataforma, uma vez que, de acordo com os resultados, ela impulsiona a aprendizagem. Assim, foi possível observar que quanto melhor a relação própria com a plataforma, melhor o desempenho dos usuários. Desse modo, o “Maedim”



qualificou-se extremamente bem como plataforma aproximadora, cumprindo com seu objetivo principal. Devido ao poder de informar e de aproximar dela, a plataforma foi publicada neste link:

[bandcode.colband.net.br/rrohr/maedim](http://bandcode.colband.net.br/rrohr/maedim).

## Referências

- BERTUSSI, Lucas. Viagem a Marte: a colonização do planeta vermelho. Revista Resgate. 2016. Disponível em: [https://stockler.com.br/wp-content/uploads/2017/06/STOCKLER\\_RevistaResgates2016\\_site.pdf#page=158](https://stockler.com.br/wp-content/uploads/2017/06/STOCKLER_RevistaResgates2016_site.pdf#page=158). Acesso em: 18/03/2022.
- BRAGA, Mariluci. Realidade Virtual e Educação. Revista de biologia e ciências da Terra. 2001. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50010104.pdf>. Acesso em: 20/03/2022.
- GOOD READS. QUOTE BY STEPHEN HAWKING. Disponível em:  
<https://www.goodreads.com/quotes/701075-i-don-t-think-the-human-race-will-survive-the-next>. Acesso em: 19/03/2022.
- JACOBI, Pedro. A água na terra está se esgotando? É verdade que no futuro próximo teremos uma guerra pela água?. Atmosfera. 2007. Disponível em:  
<http://www.producto.com.br/wp-content/uploads/2011/09/%C3%81gua-no-mundo-Verdades-e-Mentiras.pdf>. Acesso em: 18/03/2022
- JÚNIOR, Antônio; et al., um ambiente virtual compartilhado voltado para o entretenimento. Researchgate. Janeiro de 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Creto-Vidal/publication/269398878 UM\\_AMBIENTE\\_VIRTUAL\\_COMPARTILHADO\\_VOLTADO\\_PARA\\_ENTRETENIMENTO/links/54897fbb0cf289302e32a62b/UM-AMBIENTE-VIRTUAL-COMPARTILHADO-VOLTADO-PARA-ENTRETENIMENTO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Creto-Vidal/publication/269398878 UM_AMBIENTE_VIRTUAL_COMPARTILHADO_VOLTADO_PARA_ENTRETENIMENTO/links/54897fbb0cf289302e32a62b/UM-AMBIENTE-VIRTUAL-COMPARTILHADO-VOLTADO-PARA-ENTRETENIMENTO.pdf). Acesso em: 20/03/2022.
- MARTINS, Nuno. Aquecimento global: os efeitos sobre macroalgas marinhas. Universidade de São Paulo Instituto de Biociências. Julho de 2016. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Azeredo-Coutinho-Neto/publication/318826409\\_Especies\\_reativas\\_de\\_oxigenio\\_em\\_plantas/links/59807f9fa6fdcc324bbe5ba4/Especies-reactivas-de-oxigenio-em-plantas.pdf#page=63](https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Azeredo-Coutinho-Neto/publication/318826409_Especies_reativas_de_oxigenio_em_plantas/links/59807f9fa6fdcc324bbe5ba4/Especies-reactivas-de-oxigenio-em-plantas.pdf#page=63). Acesso em: 17/03/2022
- MEDEIROS, Alexandre. De MEDEIROS, Cleide Faria. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol 24. 2 de junho de 2002. Disponível em  
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/4gsZ3kVfMKNxGzMcyRBZzFq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16/03/2022



- SERRA, Maurício. Aquecimento global: evidências e preocupações. Economia & tecnologia. 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/ret/article/download/29426/19154> . Acesso em: 18/03/2022
- SILVA, Maurício. JavaScript Guia do Programador. Guia completo das funcionalidades da linguagem JavaScript. 2010. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=BB9WDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=javascript+guia+do+programador&ots=VR3yEcUBce&sig=dtSAB\\_hmxv08EjbD5uCcvOLlav4#v=onepage&q=javascript%20guia%20do%20programador&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=BB9WDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=javascript+guia+do+programador&ots=VR3yEcUBce&sig=dtSAB_hmxv08EjbD5uCcvOLlav4#v=onepage&q=javascript%20guia%20do%20programador&f=false) . Acesso em: 18/03/2022.
- VIANA, Marcos; et al. JSCity – Visualização de Sistemas JavaScript em 3D. Departamento de Ciência da Computação (DCC) Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). 2015. Disponível em: [https://homepages.dcc.ufmg.br/~mtov/pub/2015\\_vem\\_jscity.pdf](https://homepages.dcc.ufmg.br/~mtov/pub/2015_vem_jscity.pdf) . Acesso em: 18/03/2022.



## Protótipo de um Robô Hospitalar

Felipe Ernesto Neves Moraes, Maria Clara de Novaes Souza Dantas, Vitor Cordeiro Meletti

Professor(a) orientador(a): Carolina Oliveira Zambrana e Marta Rabello

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Atualmente, os hospitais estão em extrema demanda, principalmente com a pandemia do novo Coronavírus. Em meio a um contexto tão caótico, nosso grupo criou um protótipo de robô transportador de medicamentos, que dispensaria a necessidade de um humano para movimentar fármacos, auxiliando na dinâmica hospitalar ao facilitar a entrega rotineira de remédios, alimentos e outros insumos e, ao mesmo tempo, evitando novas infecções. Para montar esta máquina, reunimos alguns materiais, como um Arduino UNO, uma ponte H e dois motores (os principais materiais), todos colocados em cima de um chassi de acrílico com cola quente, fita isolante e solda. Ao final, o protótipo poderia andar sozinho com uma charrete atrás para transportar os medicamentos. Assim, concluímos que este projeto é viável para reduzir os riscos de infecção presentes em hospitais, com velocidade e estabilidade adequadas, levando em consideração o peso transportado.

**Palavras-chave:** Protótipo; robô; pandemia; hospital; transporte de medicamentos.

### Abstract

Nowadays, hospitals are in extreme demand, especially with the pandemic of the new coronavirus. In the midst of such a chaotic context, our group created a drug delivery robot prototype, which would dismiss the need of a human to move medicines, helping with the hospital dynamics by facilitating the routine transport of drugs, food and other supplies and, at the same time, avoiding new infections. To assemble this machine, we gathered some materials together, such as an arduino UNO, a H-bridge and two motors (the main materials), all placed on top of an acrylic chassis by using hot glue, electrical tape and a solder. At the end, the prototype could walk alone with a wagon



---

behind it to transport the medicines. So, we concluded that this project is feasible to reduce the risks of infection present in hospitals, with an appropriate velocity and stability, taking into account the weight carried.

**Keywords:** Prototype; robot; pandemic; hospital; transport of medicines

## Introdução

A atual dinâmica hospitalar é falha em vários aspectos, já que coloca milhares de enfermeiros, os quais tem como principais funções realizar exames, executar prescrições, atualizar prontuários, preparar instrumentos, auxiliar a equipe médica e coordenar os técnicos e auxiliares de enfermagem (UNIDERP, 2020) na segunda linha, dando-lhes funções simples como levar os medicamentos para os enfermos, assim atrapalhando suas principais atividades.

Segundo o estudo produzido pela Universidade Federal de Kazan, quando há um surto de uma grave doença, o hospital pode ser dividido em 3 zonas: a fria, morna ou quente. Esta última, como se pode observar na figura 1, é a mais perigosa e detentora da maior probabilidade de haver infecções, enquanto a fria apresenta um menor risco de isto acontecer (ESTADÃO, 2021). Nas zonas quentes, onde se tem contato direto com os pacientes, é o local ideal para se usar robôs transportadores, os quais irão ajudar na dinâmica hospitalar por poderem ser utilizados para fazer rotinas constantes com os pacientes como levar medicamentos, água, comida e outros insumos.

Além de reduzir os riscos de acidentes físicos nos corredores, robôs transportadores podem ser úteis em situações de surtos, evitando o contato humano e assim diminuindo a taxa de infecção. Encurtando, dessa forma, a carga dos enfermeiros, os quais poderão focar em suas especialidades. Ademais, robôs podem ser extremamente úteis em casos de andaços que envolvem doenças contagiosas.

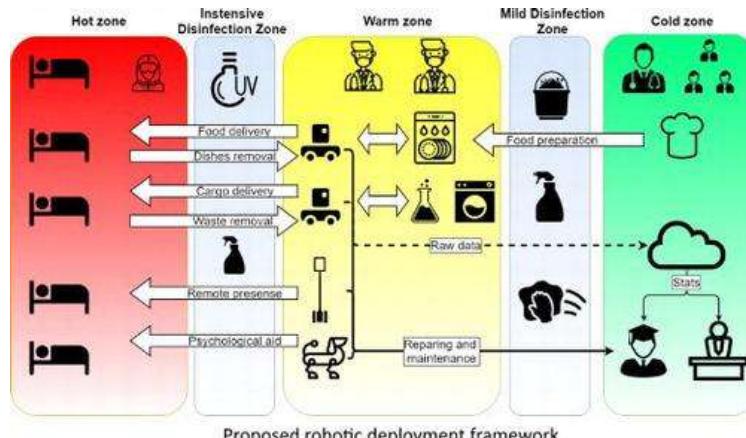


Figura 1: Zonas de surto dentro de um hospital (ESTADÃO, 2021)

Nesse sentido, Robazzi (2018), em seu trabalho “A utilização de robôs na enfermagem”, coloca esses robôs como máquinas detentoras de uma grande exatidão e confiabilidade, as quais evitam, assim, a ocorrência de erros que afetam os pacientes, de forma a auxiliá-los em atividades de distribuição de refeições e roupas nos hospitais, entre outras. Além disso, esses robôs reduzem o tempo de duração de algumas técnicas e facilitam a manipulação de áreas com difícil acesso. O artigo, por fim, afirma que futuramente esses robôs poderão realizar atividades as quais antes só eram possíveis de serem cumpridas por humanos, como fazer curativos com segurança, aplicar medicamentos com exatidão, transportar pacientes por meio de macas destinadas a camas e, desta, para cadeiras de rodas.

Já Carreira, et al. (2016) em seu trabalho “Proposta de coleta dados utilizando robô de telepresença em sistema Healthcare do Hospital Universitário de Maringá” mostra uma possibilidade de detecção das reações de pessoas feita pelo robô R1T1. Os dados deste experimento são coletados e utilizados como forma de melhorar as técnicas, com o objetivo de otimizar os processos de atendimentos urgentes.

Além disso, Cechinel (2018), em seu trabalho “Desenvolvimento de um sistema de logística para um robô móvel hospitalar utilizando mapas de grade”, mostra que o mapeamento para a mobilidade de robôs é extremamente complicado, já que os hospitais são ambientes extremamente dinâmicos, os quais apresentam movimento de pacientes, médicos e visitantes. Outro motivo para isso é que remédios e exames diferentes apresentam prioridades distintas. Logo, para contornar essa questão, é utilizado um mapa de grade destinado ao ambiente fixo e um sensor de localização para objetos móveis. Em cima de todos esses dados surge a questão: é viável usar robôs no transporte intra-hospitalar?



## Objetivos

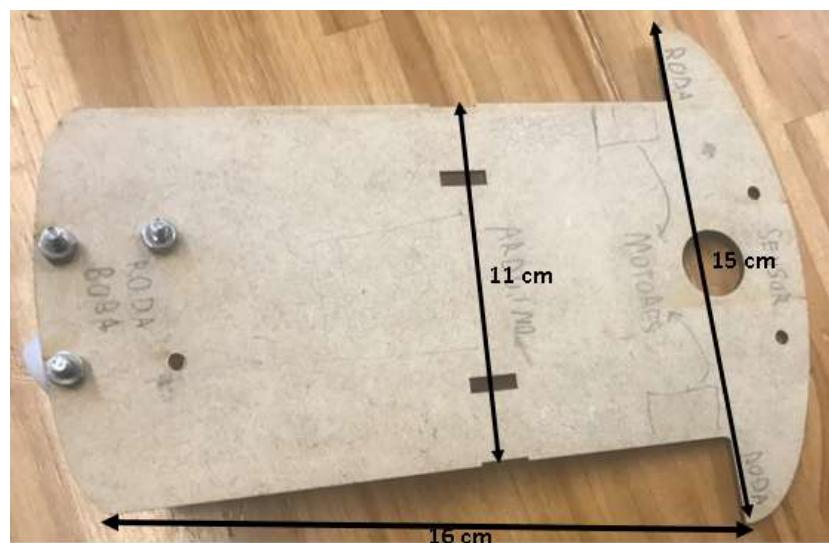
Objetivo geral: criar um protótipo de robô que auxilie no transporte de medicamentos, exames e ferramentas dentro de hospitais.

Objetivos específicos: montar o protótipo do robô, programar o sensor de distância e programar os servos motores.

## Materiais e Método

Para a realização do experimento, foram necessários:

- 1 roda boba 0,55cm de diâmetro
- 2 rodas com motor 6,5cm de diâmetro junto do pneu
- 1 Arduino UNO
- 1 extensão do Arduino bluetooth
- 4 Pilhas AA renováveis
- 1 sensor de distância por ultrassom
- 1 sensor de cor e fita preta
- 10 jumpers
- 7 parafusos com 1.6 cm de altura e cabeça de 0,6 cm
- 7 porcas com 0,87cm de diâmetro externo e 0,38cm de diâmetro interno
- Chassi em mdf de 3 mm



CHASSI: 16cm de profundidade 11 de largura no corpo e 15 cm de largura no topo do chassi e 3mm de espessura



Além disso foram necessárias a furadeira e cola quente, para fixação de algumas partes.

Em um primeiro momento, fixou-se a roda boba ao chassi, com as medidas indicadas nas imagens 2 e 3. Os jumpers foram soldados junto das rodas, com a esquerda apresentando polaridade invertida.



Figura 2: lado direito



*Figura 3: lado esquerdo polaridade invertida*

O apoio de pilhas está colado.

Foi necessário inverter a polaridade da roda esquerda pois só as rodas de lado direito estavam disponíveis, então para que ambas pudessem ser controladas juntas havia duas opções: ou era preciso inverter a polaridade na própria roda ou no Arduino. No fim a própria roda foi invertida.



## Resultados e Discussão

Para a programação do Arduino foi consultada a de Nery (2020)

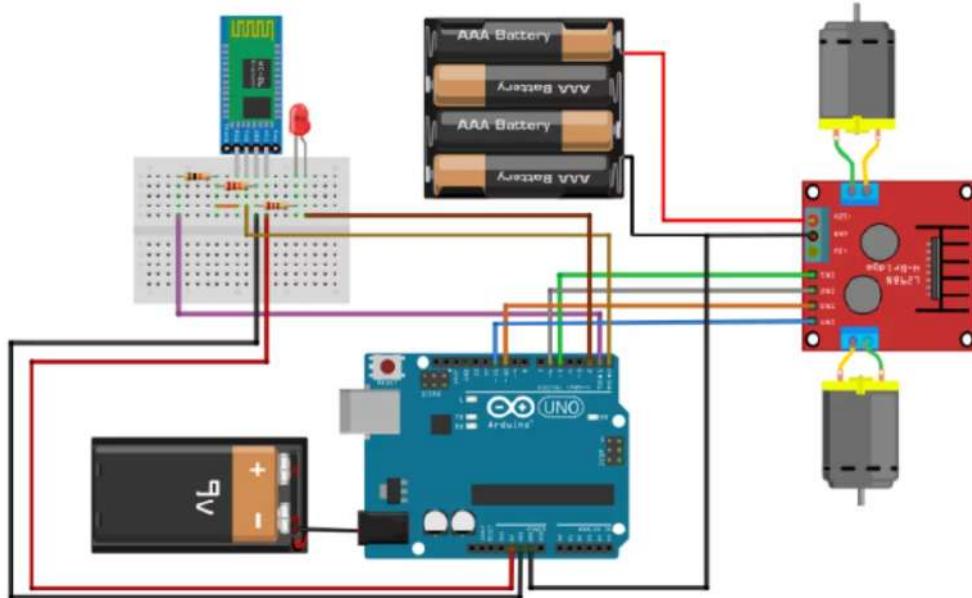


Figura 4: Modelo de fiação utilizado no protótipo (NERY, 2020)

Para a produção da caixa, material mdf foi utilizado. Ele foi posto em uma cortadora a laser e posteriormente teve todas as partes juntas por um martelo de borracha. Para acoplar a caixa ao protótipo foram usadas duas hastes de ferro coladas por fita isolante e uma capa de caneta

O protótipo de robô transportador de medicamentos está se movimentando, já que a ponte H conduz a energia originada das baterias aos motores, e eles geram movimento nas rodas. Foi utilizada uma caixa de mdf personalizável, ou seja, que pode ter vários tamanhos diferentes. Além disso, a placa Bluetooth está programada, para ser possível controlar o protótipo pelo celular Android.

Antes de funcionar, a construção do protótipo teve alguns reveses; a quebra da ponte H e, após consertado isso, o robô passou a andar para a direita com as rodas em velocidades diferentes.

## Conclusão

O projeto de robôs transportadores de medicamentos dentro de hospitais é útil e funcional, pois diminui a probabilidade de infecções já que pessoas não terão de exercer a entrega de insumos para pacientes com doenças contagiosas. Essa



máquina deverá ser utilizada apenas para entregas rotineiras de remédios, em caso de emergência um profissional da saúde terá que exercer essa atividade. Além de centros de saúde, o robô também pode ser usado em campos de construção civil, fábricas (na movimentação de materiais), restaurantes (entregando alimentos aos clientes) e bibliotecas.

## Referências

- UNIDERP, 2020. **Afinal, o que faz um enfermeiro em seu dia a dia?** Disponível em: <<https://blog.uniderp.com.br/o-que-faz-um-enfermeiro/#:~:text=Além%20de%20dar%20assistência%20ao,de%20enfermagem%2C%20entre%20outras%20funções>>. Acesso em: 29/04/2022
- ROBAZZI, M. L. C. C. **A utilização de robôs na enfermagem.** Revista Latino-Americana de Enfermagem, 26, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rlae/a/34FTdzwYNgKjkkswqq86wQk/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 29/04/2022
- ESTADÃO, 2021. **Robôs podem auxiliar hospitais no combate a infecções.** Disponível em: <<https://summitsaude.estadao.com.br/tecnologia/robos-podem-auxiliar-hospitais-no-combate-a-infecoes>>. Acesso em: 29/04/2022
- NERY, Gustavo. **Robô com Controle Remoto via APP Android.** Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/robo-controle-remoto-por-app/>>. Acesso em: 03/08/2022
- CULCHESK, Aline S.; DIANIN, Antônio Henrique; GERÔNIMO, Bruna M.; ANTONELLI, Gilberto C.; CARREIRA, Manoel F. **Proposta de coleta dados utilizando robô de telepresença em sistema HealtCare do Hospital Universitário de Maringá.** Disponível em: <<http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/simeprod/article/viewFile/994/901>>. Acesso em: 29/04/2022
- CECHINEL, Alan Kunz. **Desenvolvimento de um sistema de logística para um robô móvel hospitalar utilizando mapas de grade.** Repositório Institucional da Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2018. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/188336/TCC\\_Alan\\_Kunz\\_Cechinel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/188336/TCC_Alan_Kunz_Cechinel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em 29/04/2022.



## ENERGIA

Tanto para os que habitam o planeta Terra quanto para quem for colonizar Marte, a energia é condição básica. Quais as alternativas mais sustentáveis e como elas podem viabilizar as empreitadas humanas de maneira eficiente é o tema discutido nesta trilha energética!



## Um mar de possibilidades: Geração de energia maremotriz em pequena escala

Kesney Lucas Ferro de Oliveira, nº20; Maria Eduarda Oliveira Sette dos Santos, nº29; Mariana Muniz de Oliveira, nº31.

Professor(a) orientador(a): Maria Fernanda

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Esse artigo busca analisar os efeitos da energia maremotriz em pequena escala, considerando a crise climática que tem se agravado - em razão da emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera -, sendo que a substituição de métodos de geração de energia pouco sustentável é imperativa. Por meio da construção e testagem do protótipo, arrumando-o até que estivesse funcional e medindo a quantidade de energia gerada, foi possível verificar uma correlação entre a propagação das ondas e a quantidade de energia gerada, de forma que, com a diminuição do canal que a água se propaga, observa-se maior geração de energia. Ademais, esse grande aumento em energia, em razão da diminuição espacial, gera maior suscetibilidade a turbulências hidrodinâmicas, convertendo força cinética – originalmente importante para a geração de energia – em um potencial perigo para o solo e vegetação das regiões próximas a usina, uma vez que ela intensifica a erosão. Por fim, mesmo que a energia maremotriz seja renovável, é notável que, quando aplicada em pequena escala, percebe-se grande impacto no habitat marinho, causando danos à um sistema ecológico frágil, que poderia levar à uma destruição severa – além de ser um método de geração de energia instável, fator observado pela oscilação do LED, que ascende esporadicamente.

**Palavras-chave:** Energia maremotriz, energia sustentável, geração de energia, pequena escala, impactos, matriz energética, protótipo.



## Abstract

This article's main intent was to analyze the effects of a tidal power plant on a small scale, considering the climate crisis that has been exponentially worsening due to the emissions of CO<sub>2</sub> in the atmosphere, and that the replacement of non-sustainable electricity sources is imperative. By building and testing the prototype multiple times, fixing it until it was functional, and measuring the amount of energy generated, we were able to verify a correlation between the wave propagation and the amount of energy generated, so that, with the narrowing of the channel through which the wave travels, the greater amount of energy can be detected. Notwithstanding the significant surge in power, due to the spatial decrease, the susceptibility for hydrodynamic turbulence increases, turning kinetic power – originally considered for electricity generation – into a potential hazard to the soil and vegetation of the area, since the tidal power plant could intensify erosion in its surroundings. Lastly, although tidal power is a renewable energy, it is inarguable that, when applied on a smaller scale, it has environmental impacts on marine habitats and disrupts fragile ecological systems, that could lead into severe damage, plus it has a very unstable electric generation, that is, with smaller oscillations the LED light flickers sporadically.

**Keywords:** Tidal energy, sustainable energy, power generation, small scale, impacts, energy matrix, prototype.

## Introdução

No mundo contemporâneo, o consumismo exacerbado - motivado pelo ideal de acúmulo de capital proposto pelo capitalismo - estimula a grande indústria a ampliar incessantemente a oferta de seus produtos. Paralelamente a esse aumento, faz-se necessário o uso de mais energia para o funcionamento de serviços públicos, indústrias e propriedades privadas e públicas - a distribuição desse uso pode ser observada na Figura 1 (ALBUQUERQUE et al., 2020). A priori, a geração dessa energia -se feita de forma sustentável e limpa- não apresentaria, imediatamente, problemas ambientais relacionados com a emissão de gases poluentes, contudo, em decorrência da falta de investimento e infraestrutura relacionados à produção de energia renovável, a produção de energia “suja” tem liderado a matriz energética global.

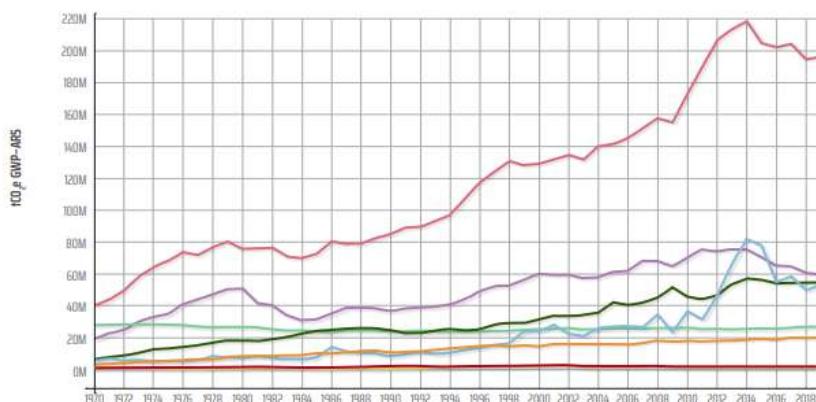


Figura 1: Distribuição da produção de CO<sub>2</sub> por atividade do setor de energia  
(ALBUQUERQUE et al., 2020)

No artigo “CO<sub>2</sub>: os gráficos que mostram que mais da metade das emissões ocorreram nos últimos 30 anos”, é exposto que cerca de 86% das emissões de dióxido de carbono do mundo vêm da queima de combustíveis fósseis para a produção de energia e materiais (BBC, 2021). Essa porcentagem, em relação aos 412,5 ppm de CO<sub>2</sub> presentes na atmosfera como ilustrado na Figura 2 (NOAA, 2021), representa 362,49 ppm de um gás que, não só gera degradações no meio ambiente promovidas por chuvas ácidas e aumento da temperatura, como também complicações diretas na saúde humana, que vão de problemas respiratórios como bronquite e asma a doenças cardiovasculares (BRAGA et al., 2001).

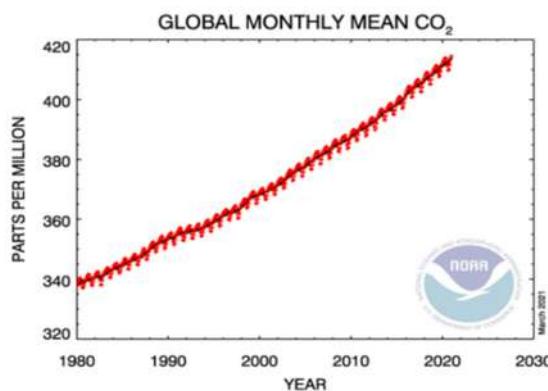


Figura 2: Emissão de CO<sub>2</sub> global no período de 1980 à 2020  
(NOAA, 2021))

Dessa forma, é notório que a energia gerada por combustíveis não-renováveis sugere um problema alarmante em vários âmbitos, já que, os gases provenientes da queima de combustíveis fósseis podem suscitar, dentre outros problemas, a



intensificação do aquecimento global e efeito estufa. Um exemplo claro dessas consequências pode ser observado na Figura 3 (FIORAVANTI, 2020), onde está representado o aumento observado na temperatura máxima, média e mínima do Brasil por conta da emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE).

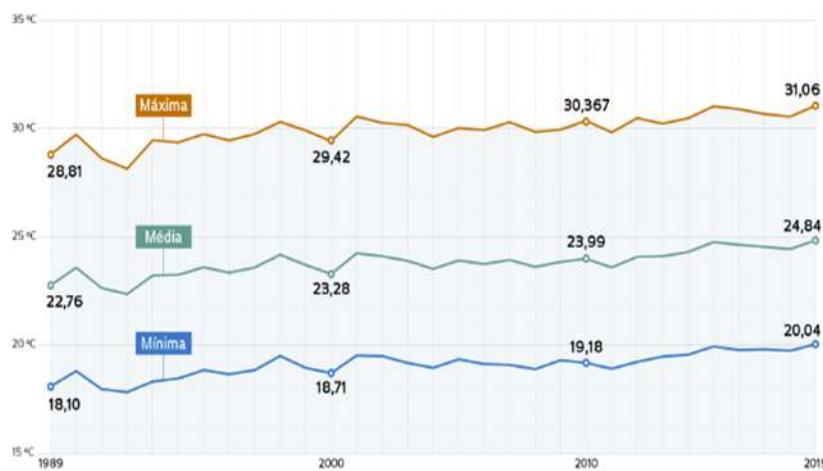


Figura 3: Variação da temperatura máxima, média e mínima no período de 1989 à 2019 (INMET, 2020)

Diante disso, para que os problemas citados não se agravem, é necessária a diversificação da matriz energética, de forma que ela passe a ser composta por fontes renováveis. Para isso, atualmente, existem diversas opções de geração de energia renovável, sendo as principais a energia solar, eólica, hídrica, geotérmica e maremotriz.

Dentre os métodos de geração citados, dedicaremos o estudo à energia maremotriz, já que ela apresenta uma dissipação natural no mundo inteiro de 3,7 terawatts, que - ao ser comparado com o consumo mundial energético de 15 TW (Arbic e Garrett 2010) - representa um alto potencial de contribuição para a matriz energética global. No entanto, esse método de geração não pode ser visto como a salvação do enigma energético mundial, pois mesmo com tal capacidade, o aproveitamento de sequer uma fração desta dissipação para a produção de eletricidade seria altamente danoso ao meio ambiente, principalmente em para as marés, fauna e flora marinha. (POLAGYE et al., 2011).



Para a produção dessa promissora geração de energia, utiliza-se da conversão da potência cinética da água em energia elétrica e, como consequência, depende da área de água interceptada pelo equipamento, o cubo da velocidade e a eficiência do dispositivo em extrair energia do movimento da água e a converter em eletricidade. Para isso há a utilização de uma fórmula matemática descrita como:

$$P = 1/2 \rho U^3 A \eta$$

Sendo P a potência gerada pela turbina,  $\rho$  a densidade da água do mar (nominalmente 1.024 kg/m<sup>3</sup>), U a velocidade atual, A a área de água interceptada e  $\eta$  a eficiência “água-fio” do aparelho, ou seja, de toda a energia gerada pelo movimento da água, quanta será realmente aproveitada, com base no material utilizado para o fio (POLAGYE et al., 2011).

Sabendo Nas Figuras 4 (CARVALHO et al., 2020) e 5 (CARVALHO et al., 2020), estão esquematizados os funcionamentos das usinas elétricas que utilizam a água marítima para gerar energia elétrica.

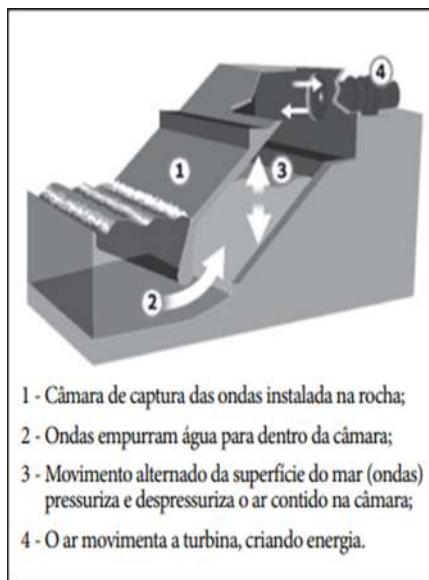


Figura 4: Esquema de funcionamento de uma Usina Maremotriz (CARVALHO et al., 2020)

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2013), alguns países como Japão, França, Inglaterra e Havaí, já se utilizam da geração de energia maremotriz, enquanto outros como México, Canadá e Reino Unido estão em fase de planejamento dessa implementação. Um bom exemplo de quão vantajosa é a utilização dessa



matriz energética é a usina maremotriz de La Rance, na França. Essa se trata da maior usina maremotriz do mundo em relação a potência instalada (249MW), sendo que sua produção anual pode chegar a 544GWh. Ademais, vale ressaltar que, além da produção de eletricidade, outros benefícios foram gerados: atração turística para a região - sem impossibilitar a atividade pesqueira durante o período de funcionamento da usina - e o surgimento de comunidades projetadas próximas à usina (CHARLIER, 2009).

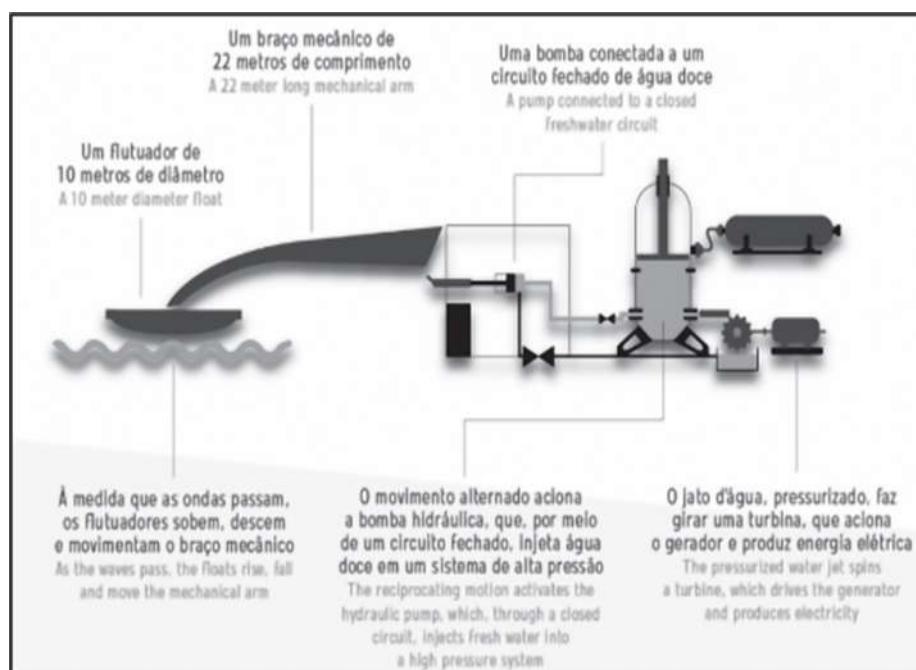


Figura 5: Esquema de funcionamento de uma Usina de Ondas (CARVALHO et al., 2020)

Portanto, fica evidente que existe aplicabilidade para a energia maremotriz fazendo-se possível - caso o ambiente seja propício para a instalação das usinas - alcançar o objetivo último de inserir de maneira mais participativa a energia gerada por marés na matriz energética global. Assim, buscaremos estruturar um protótipo funcional para experimentação da geração de energia com ondas e marés com o intuito de responder a dúvida: “É possível, por meio de um protótipo, a geração de energia maremotriz em pequena escala?”.



## Objetivos

Objetivo Geral:

- Desenvolver um protótipo a partir de um método eficaz de geração maremotriz em pequena escala

Objetivos Específicos:

- Pesquisar sobre o funcionamento de uma usina maremotriz
- Aplicar as informações adquiridas na experimentação
- Realizar a experimentação para testagem de métodos para o protótipo
- Procurar métodos viáveis de aplicação da energia maremotriz em pequena escala
- Investigar possíveis impactos ambientais decorrentes da instalação de uma usina maremotriz

## Materiais e Método

Para a realização desse projeto utilizaremos os seguintes materiais:

- Um aquário
- Objeto para formação de ondas: Placa de acrílico
- Suporte para a placa: peças de MDF
- Boia hidráulica
- Fios elétricos com plugs pino banana (utilizado para ligar à lâmpada LED)
- Bobina de fios de cobre
- Ímãs de neodímio
- Uma lâmpada LED
- Um cano de PVC
- Suporte de acrílico para a bobina
- Haste de alumínio
- Cimento
- Multímetro
- Dobradiças
- Parafusos e porcas



- Ganchos parafuso pequenos
- CAP (tampão) de PVC

### Métodos:

O protótipo deverá operar da seguinte forma: em uma das extremidades do aquário com água será acoplada uma placa de acrílico (1) que, quando movimentada para frente e para trás, permitirá a formação de ondas, as quais farão com que a boia hidráulica (2) se movimente verticalmente, de forma que o ímã (3) agregado à extremidade de sua haste, igualmente, sofra uma variação de altura. Este, quando em sua altura máxima, passará através da bobina de fios de cobre (4), gerando, portanto, energia elétrica, que será transferida para a lâmpada (5) através de fios elétricos (6), acendendo-a.



Figura 6: visão do protótipo completo  
Fonte: autoral

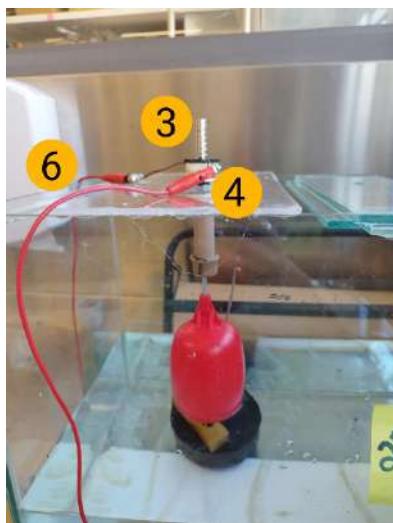


Figura 7: visão da parte geradora de energia. Fonte: autoral

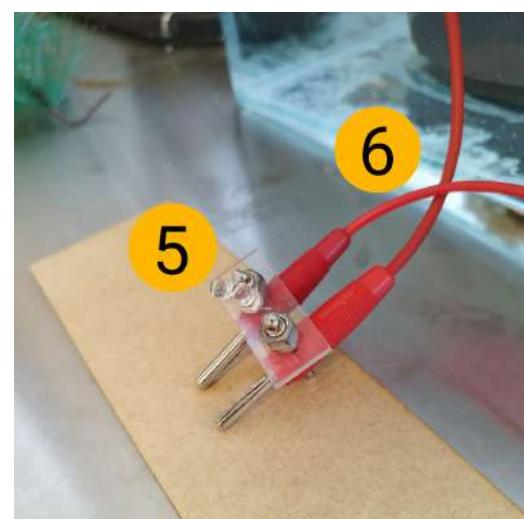


Figura 8: fios conectados às lâmpadas LED.  
Fonte: autoral

Estruturas adicionais como o cano de PVC e o seu respectivo CAP, a base de cimento feita para a sustentação da haste de alumínio e os ganchos parafusos - acoplados na boia hidráulica e presos à haste - tem por finalidade manter o equilíbrio



e a estabilidade horizontal da boia, de modo a realçar ao máximo seu movimento vertical e evitar grandes perdas de energia.

Ademais, pretende-se analisar a mudança na energia gerada pelas ondas. Para isso, será utilizado um método de observação, no qual será relacionada a quantidade de energia gerada com a intensidade da luminosidade da lâmpada decorrente de cada variação de frequência resultante da movimentação da placa geradora de ondas em velocidades distintas. Inicialmente, será observada a luminosidade gerada a partir do produtor de ondas em frequência moderada - cerca de 0,5 o/s (oscilações por segundo) -, que servirá de parâmetro para os demais níveis experimentais. Em seguida, serão conferidas a luminosidade em frequências variadas – 0,25 o/s, 1 o/s e 2 o/s – e, por meio de fórmulas físicas, será calculada a frequência decorrente de cada variação, observando a eficiência que cada uma apresenta para acender a lâmpada. Presume-se que, quanto maior a frequência das ondas, mais energia será gerada, logo maior luminosidade será produzida pelo LED.

Ademais, pretende-se analisar a mudança na energia gerada pelas ondas. Para isso, será utilizado um método de observação qualitativa do brilho produzido, juntamente de uma análise quantitativa da voltagem gerada em cada nível, relacionando ambos os resultados com as informações presentes na literatura atual. Inicialmente, será observada a luminosidade gerada a partir do produtor de ondas em frequência moderada – cerca de 0,5 o/s (oscilações por segundo - e será mensurada a quantidade de energia produzida, sendo que ambas as informações obtidas servirão de parâmetro para os demais níveis experimentais. Em seguida, serão conferidas a luminosidade e a quantidade de energia em frequências variadas – 0,25 o/s, 1 o/s e 2 o/s – e, por meio da análise dos resultados obtidos e da literatura já existente, será constatada a eficiência que cada uma apresenta para acender a lâmpada. Presume-se que, quanto maior a frequência das ondas, mais energia será gerada, logo maior luminosidade será produzida pelo LED.

## Resultados e Discussão

### Resultados:

Nos testes do nível 1, com 0,25 oscilações por segundo, a lâmpada apresentou baixíssima luminosidade, percebida como pequenas e rápidas faíscas de luz, quase



não perceptíveis. Além da inconstância descrita, foi observada uma voltagem máxima de 1,2 V, o menor valor observado entre todos os níveis.

Nos testes do nível 2, com 0,5 oscilações por segundo, percebe-se que a lâmpada já apresentou maior luminosidade em comparação com o nível anterior e é um pouco mais perceptível, porém ainda com pouca continuidade. A voltagem obtida foi de, em média, 1,5V (máximas) 0,9V (mínimas).

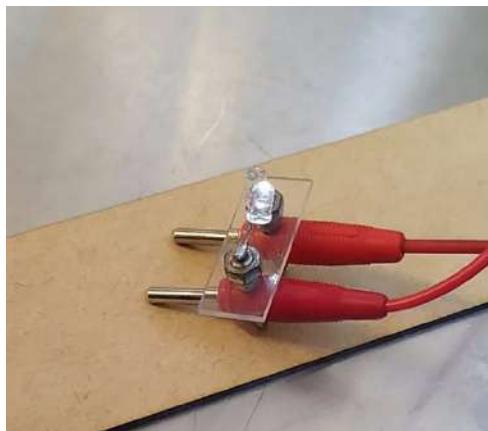


Figura 9: lâmpada no nível 1. Fonte: autoral.

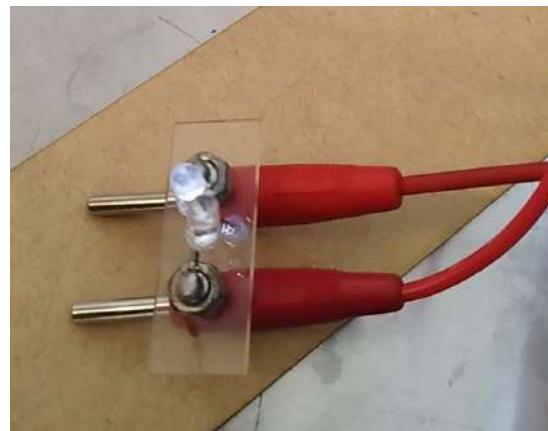


Figura 10: lâmpada no nível 2. Fonte: autoral.

Nos testes do nível 3, com 1 oscilação por segundo, os resultados já foram mais significativos: a lâmpada apresentou maior luminosidade em relação ao nível anterior, assim como maior consistência. A voltagem obtida foi de, em média, 1,6V (máximas) 1,0V (mínimas).

Já no nível 4, com a frequência máxima de 2 oscilações por segundo, o LED se acende plenamente, apresentando uma luminosidade e regularidade superior a



todos os níveis anteriores. A voltagem obtida foi de, em média, 1,8V (máximas) 1,2V (mínimas).

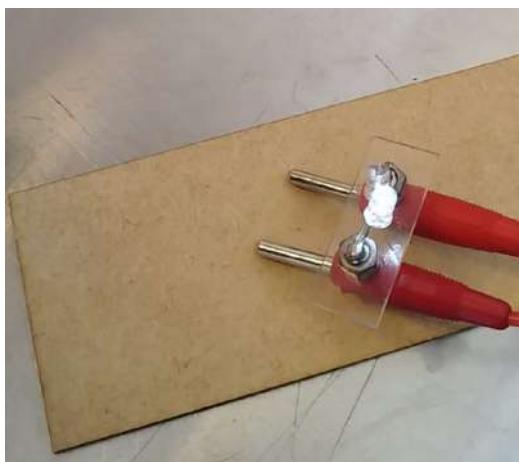


Figura 11: lâmpada no nível 3. Fonte: autoral.

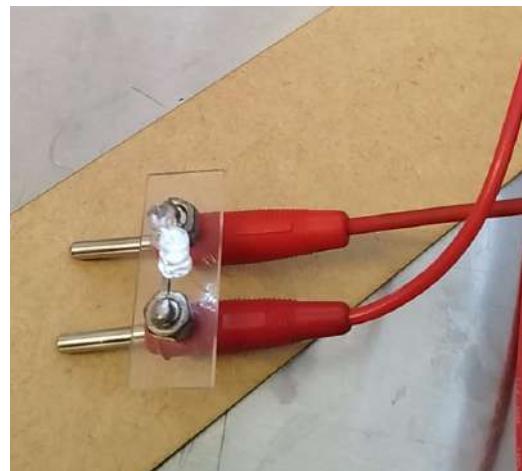


Figura 12: lâmpada no nível 4. Fonte: autoral

Além da variação de luminosidade, foi observado que, com o aumento da frequência, houve um efeito colateral: por se tratar de um espaço pequeno, a maior agitação da água ocasionou, proporcionalmente, ampliação na ocorrência vazamentos de água do aquário, em razão do choque entre a água e as paredes.

#### Discussão:

Com base nos resultados plotados na Tabela 1 e reorganizados na Figuras 13 - em que é mostrada, respectivamente, a variação das potências máximas e mínimas dos resultados – e, para melhor observação, reduzida à uma média entre os valores na Figura 14, é possível depreender que a frequência da água exerce influência na voltagem obtida. Isso porque, mostra-se que mesmo tendo um crescimento inconstante -quando comparado com o aumento da frequência-, o valor em volts observado sempre é superior ao do nível anterior.



Testes do protótipo					
Método de Testagem		Testes em Volts (V)			
Níveis	Variação	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Média
0,25 o/s	Valor mais alto obtido	0,847	1,278	1,328	1,151
	Valor mais baixo obtido	0,489	0,487	0,580	0,519
0,5 o/s	Valor mais alto obtido	1,622	1,205	1,851	1,559
	Valor mais baixo obtido	1,163	0,712	0,783	0,886
1 o/s	Valor mais alto obtido	1,507	1,567	1,756	1,610
	Valor mais baixo obtido	1,181	0,813	0,932	0,975
2 o/s	Valor mais alto obtido	1,796	1,771	1,792	1,786
	Valor mais baixo obtido	1,136	1,392	1,056	1,195

Tabela 1: resultados obtidos em cada nível do experimento. Fonte: autoral

Dessa forma, pode-se relacionar os dados qualitativos apresentados (grande variação na intensidade e ocorrência do brilho para os variados níveis) com a pouca regularidade na voltagem medida, fazendo-se considerar que o principal agente da divergência nos dados seja a agitação da água em um ambiente controlado. Para inferir isso, é importante levar em consideração a observação feita sobre o choque das ondas com a parede do aquário, uma vez que essa, quando caracterizada como



turbulência marítima em uma situação de geração de energia por meio de ondas e marés, é considerada positiva (PYAKUREL et al., 2017).

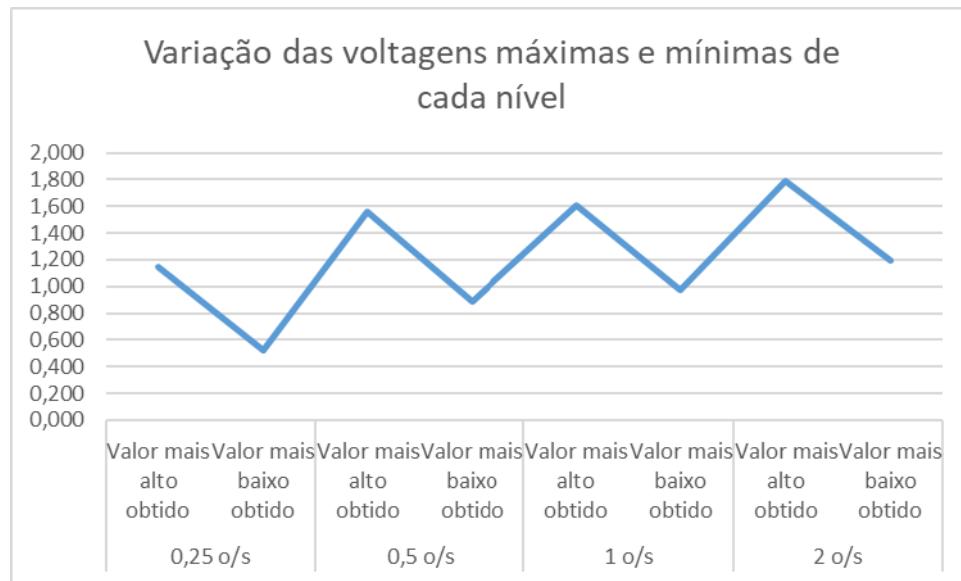


Figura 13: Gráfico da variação das voltagens máximas e mínimas de cada nível do experimento. Fonte: autoral

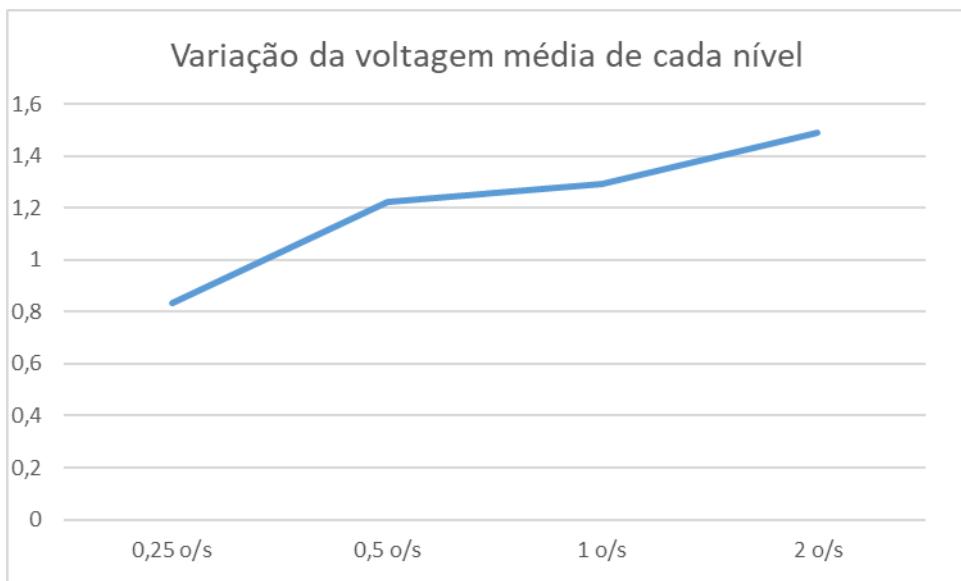


Figura 14: Gráfico da variação da voltagem média de cada nível do experimento. Fonte: autoral

Todavia, no protótipo montado, a agitação das ondas em um curto espaço de propagação gera um efeito inesperado: ao invés da onda se quebrar ao bater na parede – que, no caso, atua como um quebra-mar-, ocorre que ela muda de fase (GIRELLI, 2022). Com base nisso, quando a onda com uma fase quase que oposta à onda recém formada se encontra com essa há uma interferência destrutiva nas ondas. Portanto, não só há uma eventual anulação de ondas que, evidentemente, gera uma



grande diminuição na produção de energia e velocidade de movimento, como também há maior inconstância na energia gerada, como observado.

Ademais, de acordo com Polagye (POLAGYE et al., 2011), os impactos que podem ocorrer enquanto as usinas são instaladas, operadas ou desativadas, também podem ser chamados de estressores, que envolvem efeitos estáticos (distúrbios durante a instalação ou pela presença do dispositivo e sua fundação), dinâmicos (causados pela operação do dispositivo, como alterações nas correntes e ondas, substratos e habitats para seres vivos bentônicos, transporte e deposição de sedimentos, movimentação e golpes das partes móveis da usina - por exemplo as pás do rotor-), químicos (toxicidade de tintas, lubrificantes e anti-incrustantes utilizados), acústicos (ruídos e distúrbios sonoros durante a construção e operação do dispositivo), eletromagnéticos (EMFs associados ao gerador e à eletrônica de potência em um dispositivo ou cabo de alimentação ou ambos), cumulativos (decorrentes da combinação de outros estressores ou múltiplos locais desenvolvidos no mesmo corpo d'água). Tudo considerando uma usina funcional de larga escala.

## Conclusão

Assim, com base na idealização dos resultados obtidos com o protótipo é possível inferir que, majoritariamente, estes condizem com as hipóteses estabelecidas. Quando aplicada em pequena escala, a energia maremotriz pode levar a impactos como: danos à flora e fauna (aquática e costeira), alterações no comportamento e curso das águas, assim como mudanças de longo prazo para comunidades próximas do mar (POLYAGE, 2010). Além disso, a energia gerada pelas ondas é extremamente inconstante, uma vez que, para menores níveis de oscilação, o LED passa a acender esporadicamente e há grande variação de voltagem em razão da mudança de fase das ondas.

Portanto, concluísse que, mesmo sendo possível aplicar a energia maremotriz em menor escala, ela torna-se extremamente prejudicial para o meio ambiente. Ademais, como os problemas observados são exclusivamente aplicáveis para um ambiente de menor escala, é plausível inferir que a energia maremotriz pode facilmente ser aplicada em larga escala promovendo um grande benefício, quando comparado com os custos de outras energias que poluem mais.



## Referências

- ALBUQUERQUE, Igor; et al. "Análise das emissões brasileiras de Gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil", Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), 2020. Disponível em: [http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2020/11/SEEG8\\_DOC\\_ANALITICO\\_SINTESE\\_1990-2019.pdf](http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2020/11/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf). Acesso em: 25/03/2022
- ARBIC, Brian; GARRET, Chris. "A coupled oscillator model of shelf and ocean tides", Continental Shelf Research, v. 30, n.6, p. 564-754, abril 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278434309002271?via%3Dihub>. Acesso em: 25/03/2022.
- BRAGA, Alvesio; et al. "Poluição atmosférica e saúde humana", Revista USP, 2001. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/download/35099/37838>. Acesso em: 24/03/2022.
- BRASIL – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. "Energia maremotriz". Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-maremotriz>. Acesso em: 21/03/2022.
- CARVALHO, Murillo; et al. "Energia marítima: aspectos tecnológicos, econômicos e impactos ambientais na geração de eletricidade". Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/352862655\\_Energia\\_maritima\\_aspectos\\_tecnologicos\\_economicos\\_e\\_impactos\\_ambientais\\_na\\_geracao\\_de\\_eletricidade/download](https://www.researchgate.net/publication/352862655_Energia_maritima_aspectos_tecnologicos_economicos_e_impactos_ambientais_na_geracao_de_eletricidade/download). Acesso em: 24/03/2022.
- CHARLIER, Roger; FINKL, Charles. "Oceanenergy. Tide and tidal power". Springer: Alemanha, Junho 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77932-2..> Acesso em: 23/03/2022.
- "CO<sub>2</sub>: os gráficos que mostram que mais da metade das emissões ocorreram nos últimos 30 anos". BBC, 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-59013520>. Acesso em: 23/03/2022.
- DOE (U.S. Department of Energy). "Report to Congress on the Potential Environmental Effects of Marine and Hydrokinetic Energy Technologies: Prepared in Response to the Energy Independence and Security Act of 2007", Section 633(B), 2009. Wind & Power Program, Energy Efficiency & Renewable Energy, U.S. Department of Energy. December 2009. Acesso em:
- FIORAVANTI, Carlos. "2019 foi o ano mais quente já registrado no Brasil". Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019-foi-o-ano-mais-quente-ja-registrado-no-brasil/>. Acesso em: 23/03/2022.



- GILL, Andrew B. "Offshore renewable energy: Ecological implications of generating electricity in the coastal zone". *Journal of Applied Ecology*, 2005, 42: 605-615
- GIRELI, Tiago Zenker. Modelação física em canal da geração de ondas regulares e irregulares para estudo de quebra-mar de enrocamento. 2022. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-01042008-093100/en.php>>. Acesso em: 21 out. 2022.
- PYAKUREL, Parakram; VANZWIETEN, James H.; DHANAK, Manhar; et al. Numerical modeling of turbulence and its effect on ocean current turbines. *International Journal of Marine Energy*, v. 17, p. 84–97, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214166917300012>. Acesso em: 21 out. 2022.
- POLAGYE, Brian; VAN CLEVE, Brie; COPPING, Andrea; KIRKENDALL, Keith (ed.). "Environmental Effects of Tidal Energy Development: proceedings of a scientific workshop". Seattle, 2010, 190 p. Disponível em: [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/technical\\_reports/w0892b35g](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/technical_reports/w0892b35g) . Acesso em: 23/03/2022."Trends in Atmospheric Carbon Dioxide". NOAA/GML, 2021. Disponível em: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html>. Acesso em: 25/03/2022..



## Estudo da variação da força magnética

André Bessa da Franca Saliba, Arthur Ken Sano, Fernando Chen Hljar, Francisco Levy de França Meneses, Henrique Izaki Guimarães

Professoras orientadoras: Lílian Siqueira, Lucianne Leigue

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

O planeta Terra enfrenta atualmente danos irreparáveis derivados da ação humana que acabarão por inviabilizar a sobrevivência dos seres vivos que o habitam. Uma solução encontrada para amenizar esse grave problema é a habitação de outro planeta, Marte. A pesquisa realizada mostrou que a terraformação do planeta vermelho é apenas possível se sua magnetosfera for alterada. Este estudo tem como objetivo medir e encontrar relações entre diferentes bobinas e diferentes níveis de fornecimento de energia que poderiam servir de comprovação teórica na confecção de protótipos maiores para o povoamento de solos marcianos. Através de ajuste da corrente elétrica fornecida a várias bobinas, níveis de atração magnética, tensão e resistência elétrica foram registradas. A análise dos resultados demonstrou uma proporção entre a força magnética e a intensidade da corrente. Portanto, o experimento revela que a criação de uma magnetosfera é possível, e a utilização de energia elétrica é essencial para o seu sucesso. No entanto, experimentos com bobinas de maiores escalas são necessários para ampliar a precisão e validação sobre a adequação da magnetosfera em Marte.

**Palavras-chave:** Marte; magnetosfera; bobinas; corrente elétrica.

### Abstract

Planet Earth is currently facing irreparable damages derived from human action that will eventually inhibit life as known, thus a solution was found in moving to another close planet, Mars. Research has shown that terraforming the red planet is only



possible if its magnetosphere is altered at the outset through the use of a magnetic outsource. This study aims to measure and find relations between different magnetic coils and different levels of energy supply that could serve as theoretical proof in the making of larger prototypes in the mission to populate martian grounds. Through the adjusting of electrical current provided to various coils, levels of magnetic attraction, electrical tension and resistance were registered. Analysis of the results demonstrated a proportion between magnetic force and current intensity. Therefore, the study reveals that the creation of a magnetosphere is possible, and electrical intensity is key to its success. Further research on larger-scale coils is needed to broaden precision and validation upon the adequacy of the magnetosphere in Mars.

**Keywords:** Mars; magnetosphere; magnetic coil; electrical current.

## Introdução

O planeta Terra teve sua primeira formação de vida 4,5 bilhões de anos atrás, o que deu origem à exorbitante biodiversidade de seres vivos que há atualmente. Porém, à medida que o ser humano formou civilizações pelo território e dominou as técnicas industriais, as questões ambientais e sociais se tornaram mais relevantes. Isso explica o imenso risco de aumento da mortalidade e extinção de espécies e até mesmo do ser humano devido à insustentabilidade do planeta. Além disso, esse grave problema se deve a discussões políticas, como a negligência do aquecimento global, falta de políticas públicas visando a disponibilidade de recursos naturais a longo-prazo e o risco de eclosão de uma guerra nuclear (GLEICK, 1998; GONÇALVES & DIAS, 2021).





Figura 1: Cidade do México e seus 20 milhões de habitantes. (BOL, 2016)

Uma possibilidade para contornar as emergentes dificuldades da vida na Terra é a ocupação de Marte. Como as condições atuais do planeta vermelho impossibilitam esse procedimento, os seres humanos devem trabalhar profundamente na ideia da modificação das condições físicas de Marte e até mesmo sua terraformação (adaptação das propriedades físicas do planeta para que ele se torne o mais parecido possível com a Terra) de forma íntegra. Fatores que impossibilitam a ocupação imediata do planeta são as baixas temperaturas (que podem chegar a até 130K), propriedades da atmosfera (que, além de possuir baixos índices de gás oxigênio, cerca de 0,13%, é muito pouco densa, o que resulta em uma baixa pressão atmosférica, algo próximo de 0,636 kPa), fraca atração gravitacional (aproximadamente  $3,711 \text{ m/s}^2$ ), pouca presença de água no estado líquido na atmosfera e intensa entrada de raios solares incompatíveis com a vida (TARAKANETS, 2015).

Além das dificuldades técnicas na terraformação de Marte, há grande preocupação com o bem-estar do futuro habitante marciano. O contato com os habitantes da Terra em tempo real será impossível, uma vez que prevê-se que o menor tempo de resposta será de 10 minutos: para o resto da expedição ou de suas vidas, as interações diretas irão ocorrer apenas entre os poucos tripulantes enviados. Somado à falta de estímulos do ambiente de convívio (menor uso dos sentidos humanos, poucas atividades e o confinamento em espaços pequenos), mesmo os mais treinados astronautas estarão extremamente suscetíveis aos males do isolamento social, sendo eles a depressão, insônia, ansiedade, fadiga, tédio e a instabilidade emocional, que podem incitar a sensação de solidão, alucinações, disforia e até mesmo o pensamento suicida e psicótico. (CHAMBERS, 2013).



Figura 2: Lisa Nowak, astronauta que apresentou distúrbios psicológicos momentâneos após voltar do espaço (STRINGFIXER, 2020).

Vários dos obstáculos relacionados a características físicas seriam resolvidos com a presença de um campo magnético mais forte em toda sua extensão: com ele, os gases não escapariam da atmosfera de Marte, o que a tornaria mais densa e aumentaria sua pressão na superfície (com isso, a presença de água no estado líquido seria mais frequente); a proteção dos gases do efeito estufa contra ondas eletromagnéticas capazes de sua quebra (e assim reforçaria o efeito estufa e a temperatura amena do clima de Marte) (DUNBAR, 2021; GREEN, 2017).

A implementação de bases modulares é indispensável para a ocupação permanente de Marte, uma vez que protegerá o explorador das nocividades do ambiente marciano, garantirá um espaço seguro para suas atividades rotineiras e possibilitará as atividades que visam o ócio e a saúde física e mental dos colonizadores, como a prática de exercícios físicos, mentais e o lazer. Contudo, sem proteção devida, os raios cósmicos, majoritariamente compostos por partículas altamente carregadas, causariam o mau funcionamento das máquinas e aparelhos necessários. Além disso, enquanto a dose anual de radiação da Terra, a qual o ser humano médio é exposto, é de aproximadamente 3,6 milliSieverts (mSv), Marte possui índices de radiação por volta de 740 mSv, o que aumenta significativamente a chance de cânceres de pele e outros órgãos. Para isso, a inibição da entrada dos diversos tipos de raios cósmicos pela criação



do campo magnético preveniria o desarranjo dos aparelhos desta base e a propensão a doenças causadas por tal (PERONI, 2018).

Uma teoria para a produção de uma magnetosfera mais intensa seria a quebra de Phobos (satélite natural de Marte que, em um futuro distante, colidirá com ele) em pedaços menores que, ao orbitar o planeta, formariam uma espécie de anel. Com esse procedimento e com a liberação de ondas eletromagnéticas (que, em contato com os detritos do satélite natural, produziriam uma corrente elétrica), um campo magnético seria formado (BLACK & MITTAL, 2015).

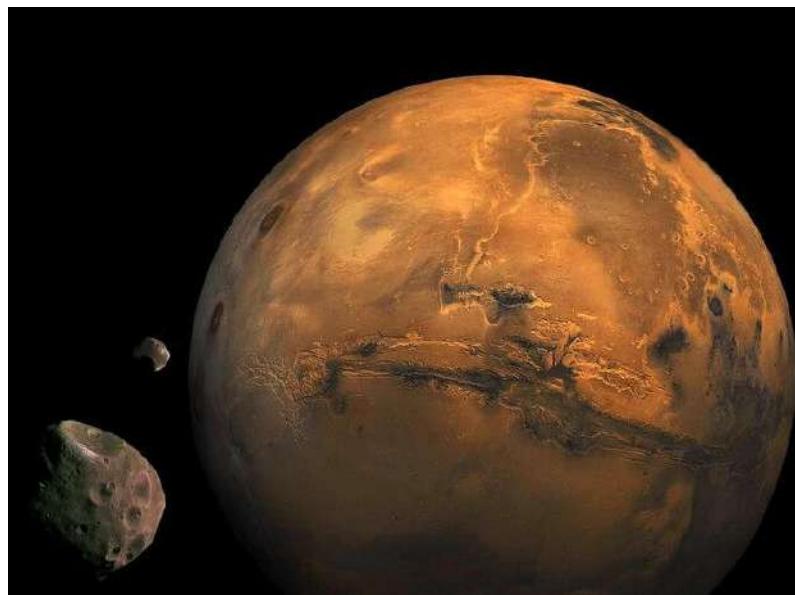


Figura 3: Phobos ao lado de Marte (imagem ilustrativa) (ASTROMIA, 2015).

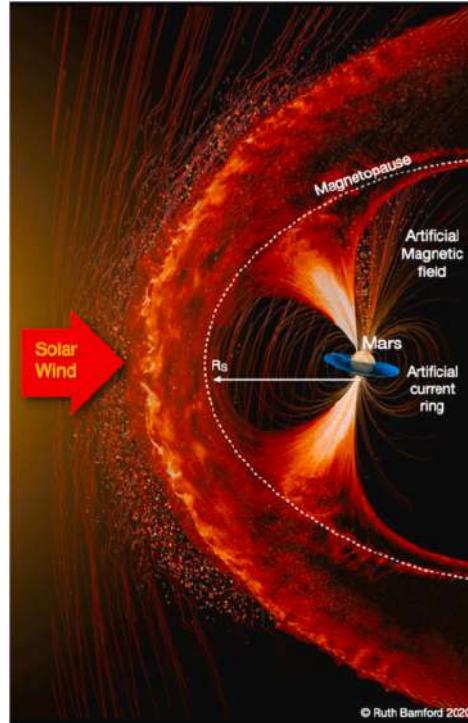


Figura 4: Representação da teoria relacionada à criação de um campo magnético por meio de um anel artificial (BAMFORD et al., 2022).

Outra hipótese seria que, ao encher uma forma de relevo marciana similar à de um vulcão (que possui uma borda saliente que cerca uma espécie de vale) com magma altamente concentrado formado por ferro, um fluxo através desse relevo seria criado. Em seguida, a substância seria resfriada na presença de algum tipo de gerador de campo magnético, nesse caso, um imã. Caso este fluxo continue, ele deveria ser resfriado em um campo magnético normal ou reverso para gerar um anel de uma das duas polaridades (CONNERNEY et al., 2001).

Uma questão de relevância é que as diferentes altitudes de Marte (produzidas pelas diversas formas de relevo da superfície) geram uma irregularidade do campo magnético; esse, porém, pode ser manipulado com relativa facilidade em função da presença de metais com propriedades magnéticas no planeta. Em experimentos realizados em solo marciano foi detectada a presença de titanomagnetite ( $\text{Fe}_2\text{TiO}_4$ ), pirrotita ( $\text{Fe}_7\text{S}_8$ ) e titanohematite ( $\text{FeTiO}_3$ ). Esses metais são responsáveis pela magnetização presente da crosta do planeta (CONNERNEY et al., 2001).

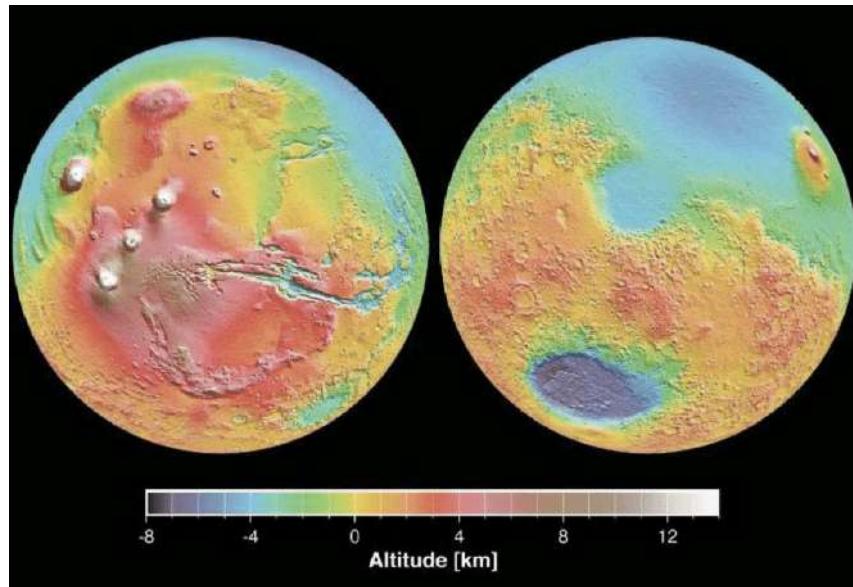


Figura 5: Mapa topográfico de Marte (MARTIN & STOFAN, 2007).

Como citado anteriormente, uma possibilidade para a produção de um campo magnético mais intenso é a criação de um anel de partículas carregadas em volta do planeta a partir da destruição de Phobos. Esta alternativa será explorada mais adiante, assim como:

- A. circulação de dínamo de um núcleo planetário ativo
- B. circuito de bobina ou imãs permanentes
- C. raios carregados emitidos da órbita (por estações espaciais)
- D. corrente gerada por toroide plasmático

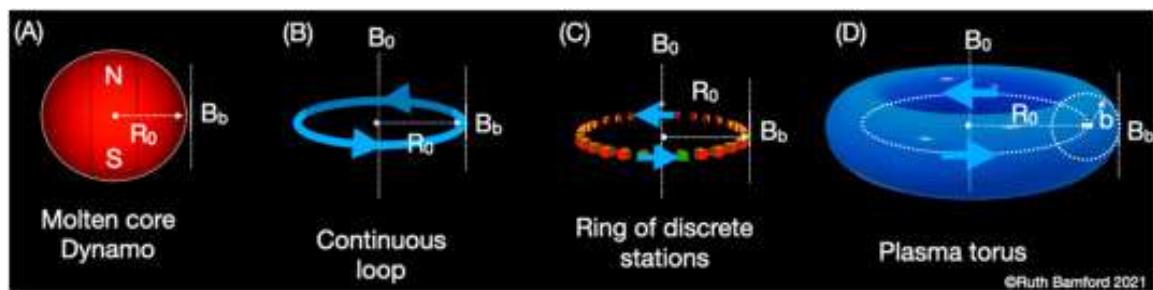


Figura 6: Possibilidades para a criação de um campo magnético em Marte (BAMFORD et al., 2022).



#### A. circulação de dínamo:

A teoria de dínamo ou efeito de dínamo afirma que: a partir da circulação de um meio fluido condutor de eletricidade por meio de movimentos de convecção, junto a uma fonte interna de energia para abastecer o fluxo, é gerado um campo eletromagnético (MAEDER & MEYNET, 2005). No caso da Terra, que possui um núcleo interno composto majoritariamente de ferro líquido (3500 km de raio), a energia interna é fornecida pelo efeito Coriolis (o núcleo terrestre gira em uma velocidade diferente de seu manto). Já Marte possui um núcleo de ferro de aproximadamente 1800 km, possivelmente já em estado líquido (ROBERTS et al., 2009). Portanto, seria possível reiniciar o centro do planeta através de aquecimento por indução elétrica ou explosão nucleares. Para aquecer o metal em 1000K - 2000k seria necessário em torno de  $10^{26}$  J.

#### B. circuito de bobina ou imãs permanentes:

É importante considerar a localização de instalação, uma vez que é considerável a decaída do campo magnético de acordo com a distância da bobina ou ímã. Além disso, para cobrir completamente a atmosfera de Marte, há duas possíveis configurações de corrente: uma de raio mais largo ou uma de raio menor composta de correntes mais intensas (organizadas em formato de Helmholtz ou semelhante) (BAMFORD et al., 2014). Bobinas de menor potência (raio mais largo) reduzem expressivamente o risco magnético para humanos vivendo ou trabalhando no local, ao mesmo tempo que são de instalação mais complexa visto o tamanho da estrutura.

#### C. instalação de estruturas na órbita:

Supondo que os materiais para a construção de tais estações provenham de Marte, uma velocidade de escape de 5,02 km/s seria necessária para sair da atmosfera. Phobos e Deimos, as luas do planeta vermelho, teoricamente podem ser úteis na instalação de tal sistema, contudo, têm massas pequenas ( $1,1 * 10^{16}$  e  $1,0 * 10^{15}$  kg, respectivamente) e suas composições são em parte desconhecidas, ainda assim, seria possível utilizar de mineração de asteróides (ZACNY et al., 2013). Portanto, ainda há dúvidas sobre a origem da matéria prima para o projeto.

#### D. toróide plasmático:



A proposta é basicamente criar uma estrutura de plasma (íons e elétrons acelerados) em volta do planeta, assim como acontece na Terra, que possui um cinto de radiação, resultante do campo magnético terrestre (a relação oposta seria realizada), por meio de aceleradores de partículas e estações espaciais para garantir a continuidade e curvatura do sistema. O toróide se beneficiaria da radiação elevada do vácuo espacial, podendo ser utilizada para a ionização. Uma das possibilidades de localização desse acelerador seria nas luas de Marte (Phobos e Deimos), na medida que são potenciais fornecedores de partículas plasmáticas (BAMFORD et al., 2022).

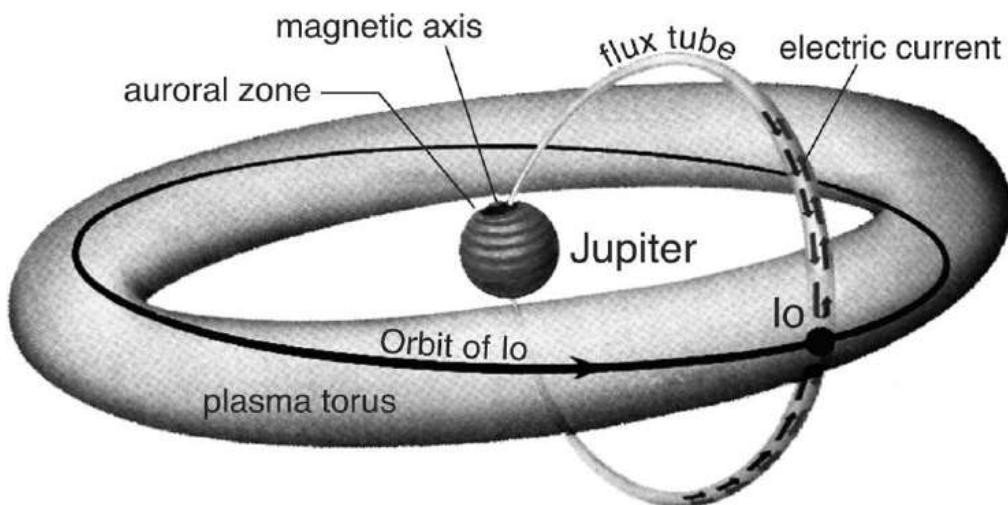


Figura 7: Toróide plasmático de Júpiter, consequência da variação do campo magnético com a rotação e decorrente degradação de uma das luas de Júpiter, tais partículas e gases são, depois, ionizados (SAUR et al., 2004).

Uma das principais questões quanto a criação de um campo magnético planetário é o tamanho do mesmo para englobar Marte por completo. Ainda que o conhecimento aqui disposto possa ter aplicações em pequena escala como em módulos marcianos ou bases temporárias, o objetivo desse artigo é a ponderação de larga escala. A energia necessária na magnetosfera para o embate com os ventos solares sem que adentre a ionsfera é da ordem de 5 mT, espalhada por 37 milhões de quilômetros quadrados (raio de Marte: 3400 km + atmosfera de Marte: 100 km), equivalente a  $10^{17}$  J, a todo momento presente no sistema (BAMFORD et al., 2022).

Para que a geração artificial e consequente estudo sobre a força derivada pelos campos magnéticos seja realizado, são necessários diversos experimentos relacionando variáveis, tais como corrente elétrica, tensão e resistência natural gerada pelo núcleo.



Com base em todas as teorias apresentadas, o artigo busca responder: quanto varia a intensidade de atração magnética por meio da alteração dos diferentes níveis de corrente elétrica atribuídos a um eletroímã?

## Objetivos

### Objetivo geral:

- Estudar teorias que contribuem para a modificação de um campo magnético, e com isso, teorizar suas possíveis aplicações em Marte a fim de torná-lo mais apto a abrigar vida.

### Objetivos específicos:

- Analisar as condições da magnetosfera de Marte.
- Investigar os recursos metálicos disponíveis no planeta vermelho e como eles seriam úteis na missão de transformar seu campo magnético.
- Contrastar o campo magnético de Marte ao da Terra.
- Discutir sobre os métodos viáveis de ampliação da magnetosfera de Marte.
- Nomear as consequências da existência de um campo magnético ideal marciano.
- Investigar, experimentalmente, como a corrente elétrica fornecida a um eletroímã influencia na atração magnética gerada pelo mesmo.

## Materiais e Método

Primeiramente, duas porcas de MDF foram produzidas com a utilização da cortadora a laser para serem então rosqueadas em um parafuso sem cabeça em suas duas extremidades, em seguida, duas porcas metálicas foram colocadas nos dois lados do parafuso. Logo após isso, um pedaço de fita veda rosca foi colocado em torno de todo o parafuso.



Em um segundo momento, um longo fio de cobre foi enrolado na parte coberta pela fita, criando várias camadas, até atingir a grossura de cerca de 1 cm acima do parafuso. Com o eletroímã finalizado, a estrutura dos primeiros testes foi montada. Ao conectar a bobina produzida a uma fonte de energia, objetos metálicos começaram a ser atraídos.

Entendido como funciona um eletroímã, o experimento principal começou a ser montado. Primeiramente, foi montado o circuito para a recepção das bobinas, fornecidas pela equipe de STEAM. Para a testagem em diferentes voltagens, foram reunidas 12 pilhas AAA de 1,5V, 1 pilha PP3 de 9V e uma bateria de 12V e 2,1A. As bobinas, por sua vez, foram integradas ao circuito na proporção em que sua força elétrica foi medida. As bobinas (que possuem seus números de voltas de fios de cobre definidos pela unidade Wdg, que significa distribuição de enrolamento) reunidas foram:

**1600 Wdg 50mH; 45Ω; máx. 0,25A**

400 Wdg; 3mH; 3Ω; máx. 1A

250 Wdg; indutância, resistência elétrica e corrente elétrica indefinidas



Figura 8: Bobina preta, vermelha e amarela, respectivamente: 250 Wdg, 1600 Wdg e 400 Wdg.

No circuito, foi implementado um botão de campainha, que permitiu o controle da passagem de corrente elétrica; quando pressionado o botão, o sistema é conectado e há passagem de corrente. Além disso, dois multímetros foram integrados ao circuito (medição da tensão elétrica em volts e corrente elétrica em amperes) para fins de registro.

A fim de medir a força magnética, foi utilizado um dinamômetro. Dessa forma, ele indicou o equivalente à massa que a força aplica. Como objeto para a atração, foi acoplado ao gancho do medidor uma placa metálica. Considerando que o



dinamômetro converteu a medida da força aplicada em massa, foi possível calcular a força aplicada por meio da equação:

$$P \text{ (:força aplicada)} = m \text{ (:massa)} * g \text{ (:gravidade} = 9,8\text{m/s}^2)$$

Os resultados obtidos com diferentes fontes de energia e bobinas foram comparados para o desenvolvimento de uma conclusão do experimento.

Assim, as variáveis independentes do experimento, alteradas individualmente em cada teste, são a quantidade de corrente elétrica fornecida ao eletroímã e o número de voltas da bobina, enquanto a variável dependente foi a intensidade da atração. Esse experimento busca responder à pergunta: como a atração magnética é afetada pela variação do nível de corrente elétrica fornecida? Além disso, a hipótese “se a quantidade de energia fornecida for maior, então a atração magnética gerada também será maior” será confirmada ou refutada.



Figura 9: Construção do eletroímã.



Figura 10: Ligação do eletroímã a uma fonte de energia.



Figura 11: Posicionamento do material a ser atraído pelo eletroímã.

## Resultados e Discussão

Na primeira etapa do procedimento inicial, em que foi montada a bobina utilizada para o estudo do eletroímã, a fita vedação foi envolvida ao redor do parafuso, conferindo maior aderência ao fio de cobre que foi posteriormente enrolado.



Figura 12: Fita veda rosca envolvida no parafuso.

Em um segundo momento, foram inseridas as roscas de MDF produzidas na cortadora a laser (para delimitar tanto a altura quanto o comprimento do fio de cobre utilizado e para fazer com que a eletricidade e o calor gerado por esse não fluia para o resto do parafuso) e de porcas de metal (para prender as roscas, as impedindo que estas se soltem pelos lados).



Figura 13: Parafuso com a fita veda rosca, as porcas metálicas e as roscas de MDF.

Após isso, o fio de cobre foi enrolado em volta do parafuso, respeitando os limites determinados pelas porcas. O cobre foi o metal escolhido por conduzir extremamente bem a corrente elétrica. Com isso, o primeiro protótipo do experimento estava completo.



Figura 14: Fio de cobre enrolado no parafuso.

Em um próximo momento, os primeiros testes foram realizados. Para permitir a passagem de corrente elétrica entre a fonte de energia utilizada (no caso, uma bateria formada por quatro pilhas, resultando em cinco volts), as pontas do fio de cobre que seriam ligadas a ela foram lixadas com uma lima, retirando deles, assim, o esmalte, que impedia a passagem de corrente elétrica. As primeiras tentativas foram extremamente bem sucedidas: com a ligação na bateria, o eletroímã passou a atrair objetos metálicos em ambas as suas extremidades.

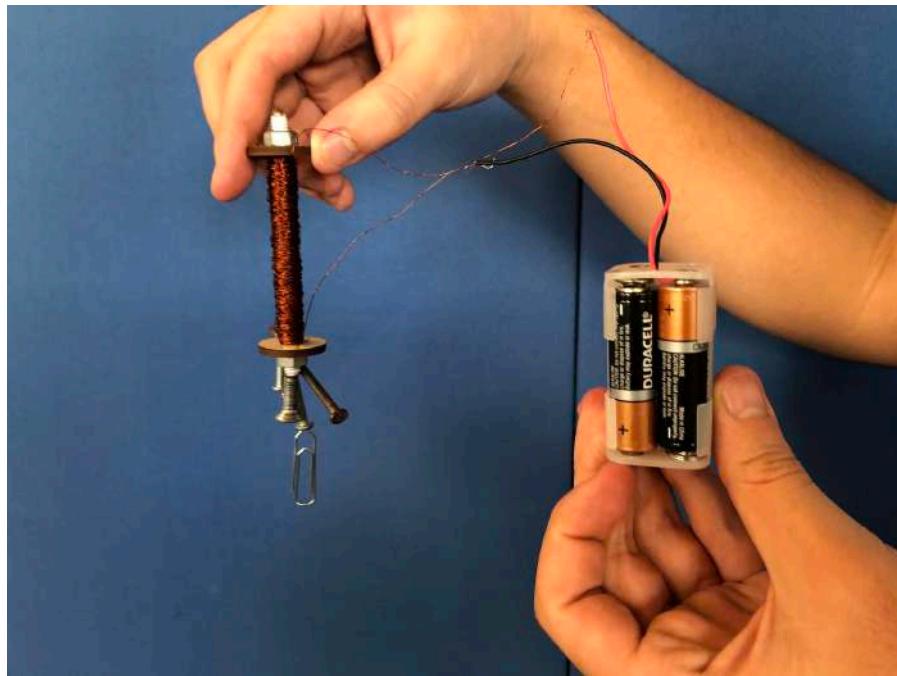


Figura 15: Eletroímã ligado a uma bateria atraindo parafusos, pregos e um clips.

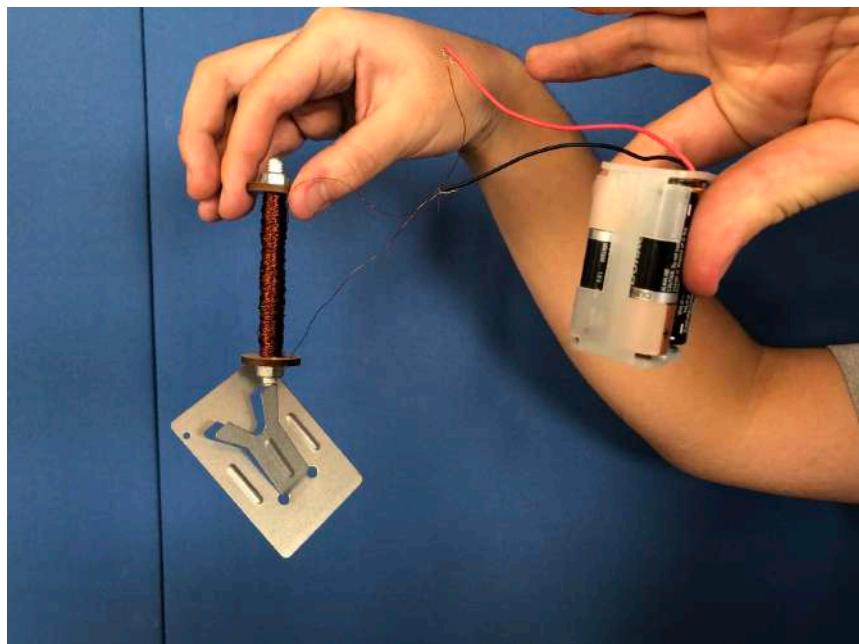


Figura 16: Eletroímã ligado a uma bateria atraindo uma placa metálica.

A partir da conclusão da etapa anterior, tanto na montagem quanto na testagem, decidiu-se trabalhar na experimentação com o campo magnético de diferentes bobinas, medindo sua força magnética por meio de um dinamômetro.



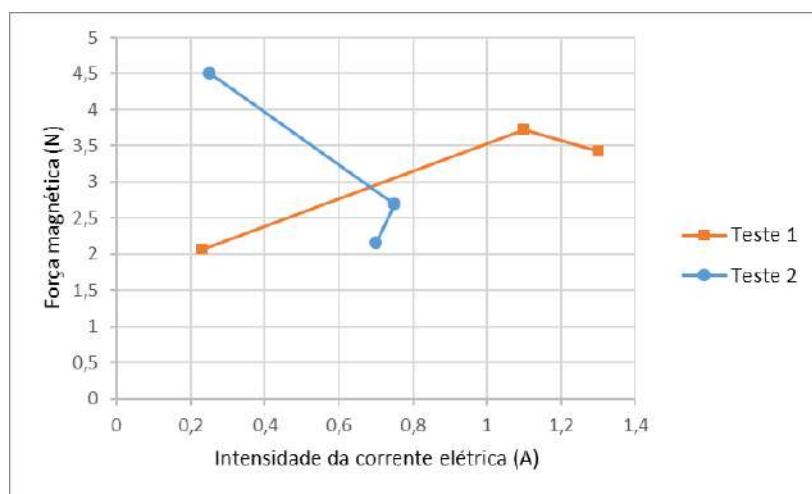
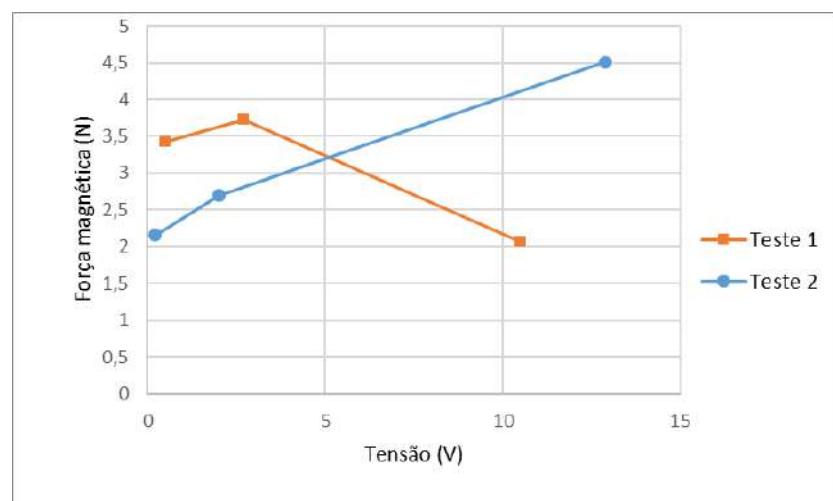
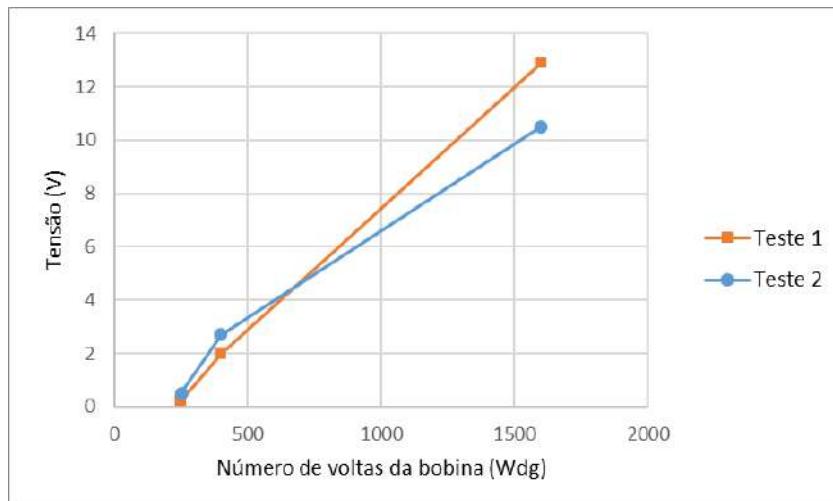
Figura 17: Montagem do experimento.

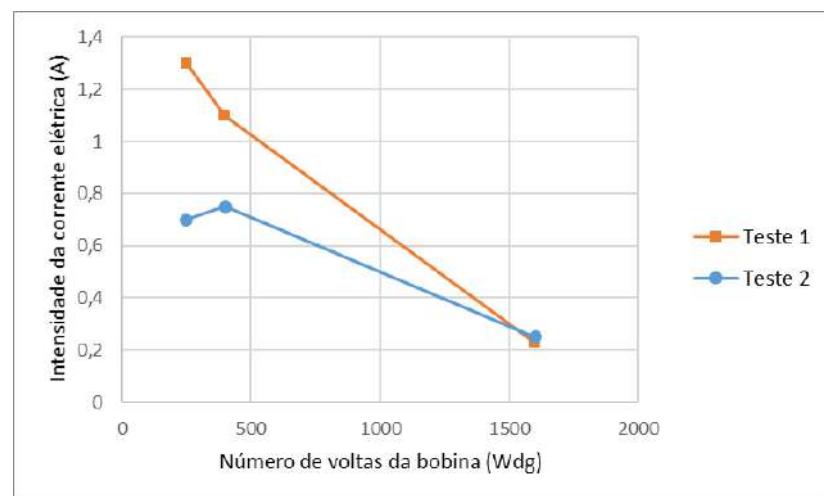
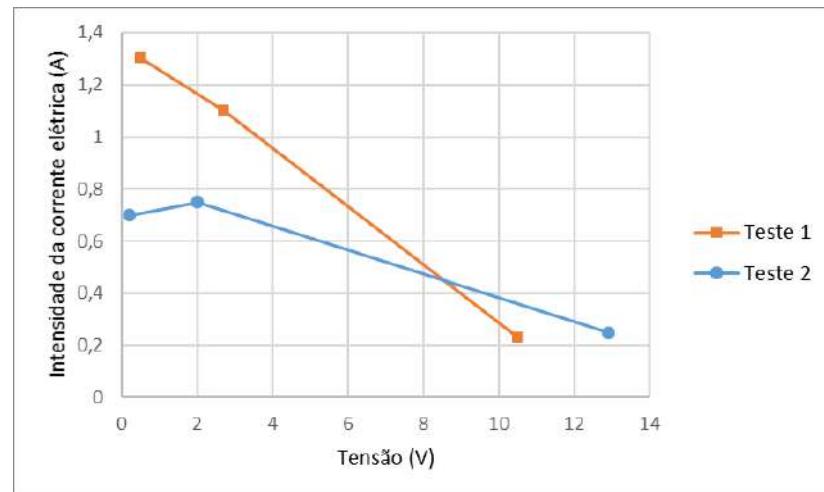
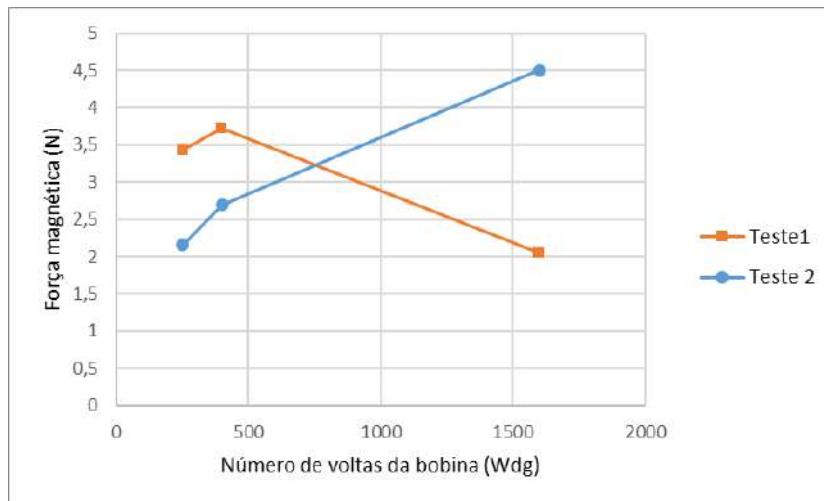
Mediu-se a atração das bobinas preta de 250 Wdg, amarela de 400 Wdg e vermelha de 1600 Wdg com diferentes diferenças de potenciais elétricos (U), medido em volts (V), e organizou-se os resultados na tabela e nos gráficos abaixo.

teste 1 (18 V)	TENSÃO (V)	INTENSIDADE (A)	Fmag (N)	VOLTAS (Wdg)*	RESISTÊNCIA (Ω)*
<b>bob. vermelha</b>	10,5	0,23	2,05	1600	45
<b>bob. amarela</b>	2,7	1,1	3,72	400	3
<b>bob. preta</b>	0,5	1,3	3,43	250	?**
teste 2 (27 V)					
<b>bob. vermelha</b>	12,9	0,25	4,51	1600	45
<b>bob. amarela</b>	2	0,75	2,7	400	3
<b>bob. preta</b>	0,21	0,7	2,16	250	?**

\* especificações marcadas no produto  
\*\* especificação não presente no produto

Figura 18: Tabela contendo dados das bobinas e dados coletados.





Figuras 19 a 24: Gráficos criados no aplicativo “Excel” utilizando dados da tabela da Figura 17.



Em todos os casos, “**Teste 1**” se refere à utilização de 12 pilhas (o que resultou em um fornecimento de **18V** ao sistema) e “**Teste 2**” diz respeito à utilização de 12 pilhas e uma bateria (totalizando **27V**).

Analisando os gráficos, pode-se deduzir algumas afirmações:

1. Apesar de serem ligados a fontes de 18V e 27V nos sistemas, nas medições, a voltagem efetiva variava, porém era sempre menor do que as fornecidas. Logo, a voltagem efetiva (tensão) não é igual nem proporcional à voltagem fornecida.
  1. A variação de tensão é diretamente proporcional ao número de voltas de cada bobina;
  2. Tal fato também pode ser atribuído à resistência das bobinas, que aumentam conforme o número de voltas se torna maior.
2. A bobina com maior número de voltas, no Teste 2, apresentou a maior força magnética gerada, porém, quando fornecida com um menor número de volts (Teste 1), foi o menor valor registrado. Portanto, quanto maior o número de voltas, a partir de certa voltagem fornecida, maior a força magnética.
3. Analisando a força magnética gerada em função da tensão resultante do sistema, pode-se afirmar que, no Teste 2, a força se torna maior com o aumento da tensão. O mesmo não se pode afirmar com o Teste 1, que apresentou resultados inconclusivos (não é possível estabelecer uma relação entre a força e a tensão, nesse caso).
4. A tensão e a intensidade de corrente elétrica (medida em amperes) também estão diretamente ligadas, ou seja, quando uma aumenta, a outra também aumenta;
  1. Isso se deve à constância da resistência ( $\Omega$ ) em cada bobina;
5. Quanto maior o número de voltas das bobinas, menor é a intensidade da corrente elétrica gerada.

Contudo, na maioria dos gráficos, alguns resultados se mostram inconsistentes (como é o caso do primeiro ponto do Teste 1 do quarto gráfico e os terceiros pontos dos Testes 1 e 2 no terceiro gráfico) devido à baixa resistência da bobina preta. Além disso, o gráfico 3 também se mostra anormal quando compara-se os resultados dos dois testes:



não há nenhuma relação entre as diferenças geradas pela atribuição de uma maior voltagem ao sistema.

Outro fator muito interessante de ser analisado a respeito dos dados coletados é a variação observada entre os dados dos testes 1 e 2 da bobina vermelha, em que uma pequena diferença de tensão (2,4V) gerou quase o dobro de força magnética (que aumentou de 2,05N para 4,51N). As bobinas que apresentam menos voltas, por sua vez, produziram variações menos significativas em relação à força magnética. Com isso, pode se dizer que bobinas com grandes números de voltas seriam mais interessantes para aplicações práticas, como em Marte.

teste 1 (18 V)	TENSÃO (V)	INTENSIDADE (A)	RESISTÊNCIA ( $\Omega$ )*	RESISTÊNCIA ( $\Omega$ )**
bob. vermelha	10,5	0,23	45,65	45
bob. amarela	2,7	1,1	2,45	3
bob. preta	0,5	1,3	0,38	****
<hr/>				
teste 2 (27 V)				
bob. vermelha	12,9	0,25	51,6	45
bob. amarela	2	0,75	2,67	3
bob. preta	0,21	0,7	0,3	****

Figura 25: Tabela com dados comparativos entre a resistência indicada no produto e a resistência calculada

Por último, na tabela acima, percebe-se que as resistências calculadas de cada bobina permanecem similares entre si; e mais especificamente, as bobinas vermelha e amarela apresentam resistências semelhantes aos valores previamente especificados no produto. Isso se dá pela Lei de Ohm, cuja resistência ( $R$ ) equivale à razão entre a tensão elétrica ( $U$ ) e intensidade da corrente elétrica ( $i$ ) ( $R = U / i$ ). Dessa forma, ao decorrer dos testes, o aumento da tensão nas bobinas ocasiona no aumento da intensidade da corrente, e vice-versa. Além disso, nessa perspectiva, é possível deduzir que a resistência da bobina preta é próxima de 0,3 ou 0,38.



## Conclusão

Pode-se afirmar que o experimento foi bem sucedido, uma vez que cumpriu seus principais objetivos: uma vasta pesquisa foi realizada, o que possibilitou a aquisição de conhecimentos importantes sobre Marte e o magnetismo de modo geral. Ademais, por meio de experimentação, relações entre tensão, corrente elétrica, números de voltas de bobinas e força magnética foram formuladas. Apesar disso, para a obtenção de resultados mais precisos e mais relevantes para o contexto de Marte, experimentos em maiores escalas, com a utilização de bobinas com mais voltas de fio e de maiores fornecimentos de energia podem ser realizados.

## Referências

- BAMFORD, R.A.; KELLET, B.; BRADFORD, J.; TODD, T.N.; BENTON Sr., M.G; STAFFORD-ALLEN, R.; ALVES, E.P.; SILVA, L.; COLLINGWOOD, C.; CRAWFORD, I.A.; BINGHAM, R. **An exploration of the effectiveness of artificial mini-magnetospheres as a potential solar storm shelter for long term human space missions.** Acta Astronautica, v. 105, p. 385-394, DECEMBER 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576514003798>>. Acesso em 10/06/2022.
- BAMFORD, R.H; KELLET, B.J.; GREEN, J.L.; DONG, C.; AIRAPETIAN, V.; BINGHAM, R. **How to create an artificial magnetosphere for Mars.** Acta Astronautica, v. 190, p. 323-333, JANUARY 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576521005099>> . Acesso em: 09/03/2022.
- BLACK, B. A.; MITTAL, T. **The demise of Phobos and development of a Martian ring system.** Nature Geosci, NOVEMBER 2015. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/ngeo2583>>. Acesso em: 21/03/2022.
- CHAMBERS, C. **Mars One: The psychology of isolation, confinement and 24-hour Big Brother.** The Guardian, SEPTEMBER 2013. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/science/head-quarters/2013/sep/09/neuroscience-psychology>>. Acesso em: 21/03/2022.
- CONNERNEY, J.; ACUÑA, M.; WASILEWSKI, P.; KLETETSCHKA, G.; NESS, N.; RÈME, H.; LIN, R.; MITCHELL, D. **The Global Magnetic Field of Mars and Implications for Crustal Evolution.** GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 28, NO. 21, PAGES 4015-4018, NOVEMBER 1, 2001. Disponível em <<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2001GL013619>>. Acesso em 04/03/2022.
- DUNBAR, B. **Earth's Magnetosphere.** NASA, FEBRUARY 2021. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/magnetosphere>> Acesso em: 21/03/2022.



- **Fobos, satélite de Marte.** Astromía, 2015. Disponível em: <<https://www.astromia.com/fotosolar/lunafobos.htm>>. Acesso em 22/03/2022.
- GLEICK, P. **Water in crisis: paths to sustainable water use.** Ecological Applications, 8, pp. 571-579, 1998. Disponível em: <<https://www.activeremedy.org/wp-content/uploads/2014/08/Water-in-Crisis-Paths-To-Sustainable-Water-Use..pdf>> Acesso em: 23/03/2022.
- GONÇALVES, A.; DIAS, B. **Uma breve síntese sobre os conceitos de terraformação de Marte e suas possibilidades.** Recima21: Revista multidisciplinar, V2, N3, 2021. Disponível em: <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/135/159>>. Acesso em: 22/03/2022.
- GREEN,J.L.; HOLLINGSWORTH, J.; BRAIN, D.; AIRAPETIAN, V.; GLOCER, A.; PULKKINEN, A.; DONG, C.; BAMFORD R. **A future Mars environment for science and exploration.** Planetary Science Vision 2050 Workshop 2017, LPI Contrib. No. 1989. Disponível em: <<https://www.hou.usra.edu/meetings/V2050/pdf/8250.pdf>>. Acesso em: 25/03/2022.
- **How to create an artificial magnetosphere for Mars.** Sciencedirect.com, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576521005099>>. Acesso em: 23/03/2022.
- **Lisa Nowak.** stringfixer.com,2020. Disponível em: <[https://stringfixer.com/pt/Lisa\\_Nowak](https://stringfixer.com/pt/Lisa_Nowak)>. Acesso em: 23/03/2022.
- MAEDER, A.; MEYNET, G. **Stellar evolution with rotation and magnetic fields.** Astronomy & Astrophysics (A&A), v. 440, p. 1041-1049, 09/2005. Disponível em: <<https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2005/36/aa3261-05/aa3261-05.html>>. Acesso em: 25/03/2022.
- MARTIN, P.; STOFAN, E. **Planetary science: Multiple data sets, multiple scales, and unlocking the third dimension.** DECEMBER, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Mars-GlobalSurveyor-MGS-Mars-Orbiter-Laser-Altimeter-MOLA-global-false-color\\_fig13\\_249518050](https://www.researchgate.net/figure/Mars-GlobalSurveyor-MGS-Mars-Orbiter-Laser-Altimeter-MOLA-global-false-color_fig13_249518050)>. Acesso em: 21/03/2022.
- ROBERTS, J.H.; LILLIS, R.J.; MANGA, M. **Giant impacts on early Mars and the cessation of the Martian dynamo.** Journal of Geophysical Research: Planets, v. 144, APRIL 2009. Disponível em: <<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2008JE003287>> . Acesso em: 25/03/2022.
- SAUR, J.; NEUBAUER, F.M.; CONNERNEY, J.E.P.; ZARKA, P.; KIVELSON, M.G. **Plasma Interaction of Io with its Plasma Torus.** Jupiter. The Planet, Satellites and Magnetosphere, c. 22, 2004. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/253435478>>. Acesso em: 24/03/2022.
- TARAKANETS, E.A. **Mars colonization problems.** MARCH 2015. Disponível em:<[http://earrchive.tpu.ru/bitstream/11683/64505/1/conference\\_tpu-2015-C22\\_p399-402.pdf](http://earrchive.tpu.ru/bitstream/11683/64505/1/conference_tpu-2015-C22_p399-402.pdf)> Acesso em: 21/03/2022.
- PERONI, M. **Researches on a Martian Modular Base Shielded by an Artificial Magnetic Field.** American Journal of Aerospace Engineering, v. 2, pp. 87-95, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=309&doi=10.11648/j.ajae.20180502.13>> Acesso em: 09/03/2022.



- ZACNY, K.; COHEN, M.M.; JAMES, W.W; HILSCHER, B. **Asteroid Mining**. AIAA SPACE 2013 Conference and Exposition, session Asteroid Mining and Colonization, OCTOBER 2013. Disponível em: <<https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.2013-5304>>. Acesso em: 20/03/2022.
- **30 imagens que mostram os efeitos da superpopulação na Terra**. BOL, 2016. Disponível em: <<https://www.bol.uol.com.br/listas/2016/05/21/30-imagens-que-mostram-os-efeitos-da-superpopulacao-na-terra.htm>>. Acesso em: 21/03/2022
- EASY TECH. **How To Make Powerful Eletromagnet**. Youtube, 2019. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=wfZ-uDkZRm8&t=70s&ab\\_channel=EASYTECH](https://www.youtube.com/watch?v=wfZ-uDkZRm8&t=70s&ab_channel=EASYTECH)>. Acesso em: 22/06/2022.

Figuras 8 a 25 - feita pelos autores do artigo.



## A opinião popular sobre a energia nuclear

Arthur Lima Lobato, Felipe Rodrigues Massaki, Lúcio Flávio Tsumanuma

Ribeiro e Nathan Nowak Passos.

**Professora orientadora:** Lílian Siqueira

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Este projeto teve como objetivo estudar as opiniões de jovens e idosos sobre energia nuclear, a hipótese acreditada inicialmente era que os mais jovens têm uma visão mais positiva sobre este tipo de energia do que a população da faixa etária idosa. O procedimento começou com a confecção de uma pesquisa para coletar o número máximo de respostas de pessoas de diferentes idades, níveis de escolaridade e profissões ao longo de dois meses. Os resultados tiveram como consequência a criação de uma nova teoria, pois as análises levam ao fato de que idade e opinião não eram fatores que pudessem ser relacionados. A principal conclusão tirada da pesquisa foi que a idade das pessoas que responderam pouco importava. A idade não foi o fator que os levou a ter uma visão negativa ou positiva da energia nuclear, mas sim o nível de escolaridade, pois as respostas sugeriram que diferentes níveis de escolaridade foram o fator decisivo na formação dessas opiniões.

**Palavras-chave:** Opinião; idade; energia nuclear; nível de educação; resposta; hipótese; escolaridade.

### Abstract

This project aimed to study the opinions of young and senior people about nuclear energy, the hypothesis first believed was that younger people have a more positive view about this type of energy than the elderly age group population. The procedure started with the confection of a survey to collect the maximum number of responses from people representing different ages, educational levels and occupations over one month. The results cast light on a new idea as the analyses lead to the fact that age



and opinion were not factors that could be linked. The main conclusion drawn from the survey was that the age of the people who had answered hardly mattered. Age was not the factor that made them have a negative or positive view of nuclear energy, but indeed the level of education, as the answers suggested that different backgrounds of schooling were the decisive factor forming those opinions.

**Keywords:**      Opinion;      age;      nuclear energy; level education; response; hypothesis; schooling.

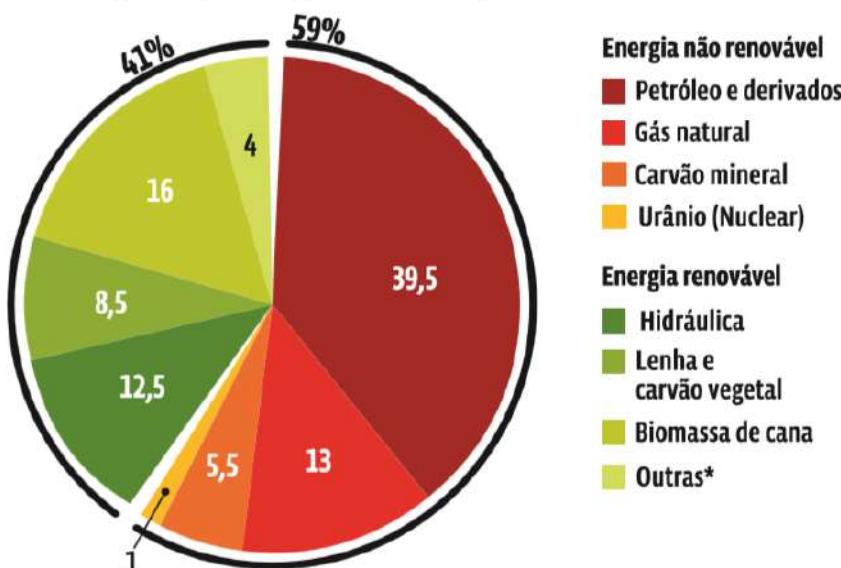
## Introdução

“A crise climática é tão séria que os seres humanos não imaginam que estão mudando o clima do mundo. Os dias estão mais quentes, se continuarmos assim, não vamos mais reconhecer o planeta onde vivemos.” (OECD, 2014). Na última década, a busca por energias renováveis se tornou constante por vários cientistas, após a comprovação do aquecimento global, sendo que sua principal causa é a interferência humana na natureza para a exploração de recursos. Com isso, os cientistas descobriram fontes limpas de energia como a energia eólica, solar, hidrelétrica, geotérmica, de biomassa e nuclear. A última citada vem ganhando popularidade nas últimas décadas, devido à sua alta produção de energia, baixo custo a longo prazo e menor emissão de substâncias poluentes ao meio ambiente, em relação à queima de combustíveis. “Observa-se que as usinas nucleares se caracterizaram pelos baixos custos de combustível comparado com outras usinas a combustíveis fósseis. Tipicamente, esses custos representam em torno de 10 a 15% do custo unitário de geração.” (CARAJILESCOV, 2008), portanto, é de grande importância que este tipo de energia seja cada vez mais estudado e difundido à população.



## MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA (2013)

Oferta de energia, % de participação de cada fonte primária no total



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

Figura 1 – Matriz energética brasileira (EPE, 2013)

A energia nuclear é gerada a partir da fissão do núcleo de um átomo de urânio com um nêutron, dividindo o átomo em dois, nessa divisão acontece uma grande liberação de energia, que pode ser usada para abastecer cidades inteiras. A primeira experiência com energia nuclear que deu certo aconteceu em 1938 com átomos de urânio e plutônio e tinha o objetivo militar, com o êxito dessa experiência os processos nucleares também foram utilizados para a obtenção de energia. A **energia nuclear** deve ser um instrumento para a promoção do desenvolvimento e não uma ameaça. O mundo precisa do Oriente Médio em paz e o Brasil não está fora disso. É fundamental defender a ideia de um planeta livre de armas nucleares e o pleno cumprimento por todos os países da determinação do Tratado de Não-Proliferação Nuclear. (SILVA, 2010).

A figura 2 representa o que foi descrito no parágrafo acima, ou seja, a geração de energia nuclear.

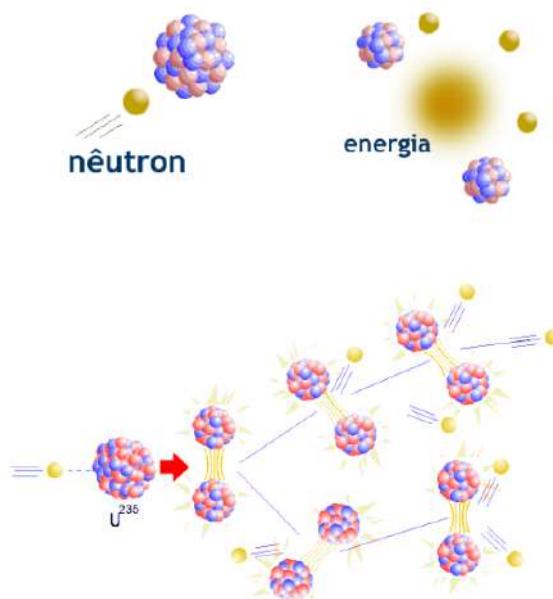


Figura 2 – Formação de Urânio 235 (CNEN, 2004)

Atualmente, com pesquisas, foi descoberto que, na natureza, o urânio pode ser encontrado de duas formas, como o  $U^{235}$  e o  $U^{238}$ . Sua proporção é que, para cada 1000 átomos de urânio, 7 são urânio-235 e 993 são urânio-238 "Como já foi visto, a fissão de cada átomo de urânio-235 resulta em 2 átomos menores e 2 a 3 nêutrons, que irão fissionar outros tantos núcleos de urânio-235. A forma de controlar a reação em cadeia consiste na eliminação do agente causador da fissão: o nêutron." (CNEN, 2004). Porém, para o funcionamento do reator PWR, é preciso uma razão de 32 átomos de 235 para cada 968 átomos de 238, por isso, antes do funcionamento do reator é preciso ser feita a remoção de elétrons do  $U^{238}$ , feito por uma ultracentrífuga que mistura o mesmo com flúor, para transformá-lo em urânio $^{235}$ . Esse processo é chamado de enriquecimento de urânio e, através dele, obteve-se a razão necessária para o funcionamento do reator.

A figura 3 representa o processo descrito no parágrafo acima, ou seja, a centrífuga e como ela funciona no enriquecimento de urânio.

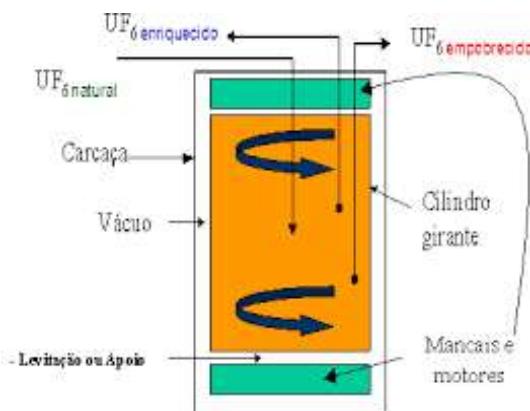


Figura 3- Centrífuga usada em usinas nucleares (SILVA & MARQUES, 2006)

A figura 4 apresenta um esquema de como funciona uma usina nuclear desde sua criação até a distribuição nas cidades.

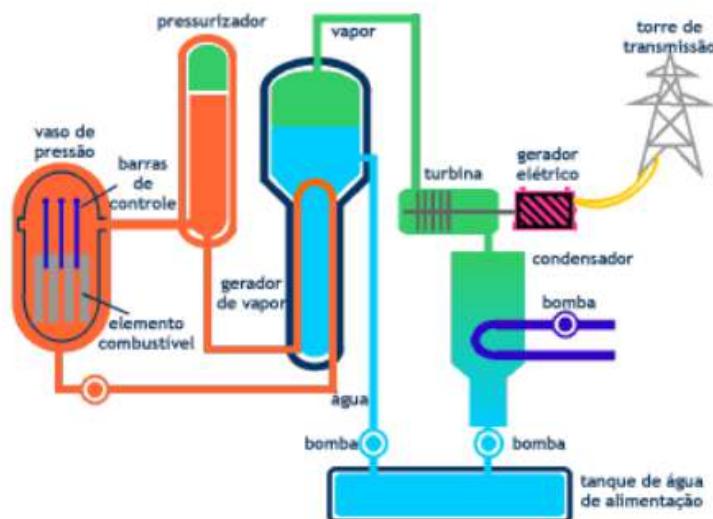


Figura 4 - Funcionamento de usina nuclear (CNEN, 2004)

Com as explicações sobre energia nuclear descritas nos parágrafos acima, agora é possível falar sobre Chernobyl, o maior desastre nuclear da história. Esse acidente aconteceu durante um teste de segurança na madrugada entre os dias 25 e 26 de abril de 1986, no quarto reator da instalação, por causa de uma sequência de falhas e o descumprimento das normas de segurança por parte dos operários. A água superaquecida se transformou em uma explosão de vapor que causou o incêndio do reator 4, o fogo liberou gases com material radioativo na atmosfera, o vento levou essa radiação para as cidades, e nelas ao entrar em contato com as nuvens, as chuvas se transformam em chuvas radioativas. "Considerado o maior desastre



nuclear da história, o acidente resultou na exposição às radiações ionizantes de regiões da Bielorrússia, Rússia, Ucrânia e da população de diversos países europeus” (IPEN,2014).



Figura 5 - Usina nuclear de Chernobyl pós explosão. (FARINACCIO, 2019)

É possível considerar que, por mais que Chernobyl tenha sido um grande desastre nuclear, os riscos de usar essa energia são muito menores que os benefícios que ela pode oferecer. Mesmo com esta consideração, os assuntos relacionados à energia nuclear parecem ainda despertar dúvidas na população, especialmente na questão da segurança e eficiência e, além disso, talvez as percepções das pessoas sobre estes temas também sejam diferentes, dependendo da faixa etária, por exemplo.

A hipótese é que se as pessoas forem mais jovens, então serão mais favoráveis ao uso da energia nuclear.

## Objetivos

**Objetivo geral:** Investigar a concepção de pessoas de diferentes faixas etárias sobre a utilização da energia nuclear.

**Objetivos específicos:** *Explicar as utilizações da energia nuclear.*

- Pesquisar e identificar meios de potencializar a energia nuclear.
- Identificar e explicar o surgimento dessa energia.



- Identificar de fatores que fazem usinas serem seguras na natureza.
- Explicar sobre sua utilização e riscos.
- Entender a história da energia nuclear.
- Fazer uma pesquisa sobre a opinião da população sobre o uso dessa energia.
- Coletar e analisar os dados da pesquisa para concluir ou negar a hipótese.

## Materiais e Método

O tema principal do projeto era uma pesquisa com o intuito de descobrir a opinião da população de diferentes faixas etárias sobre a energia nuclear e sua utilização. Para isso foi preciso investigar a variância da opinião popular, fazer perguntas elaboradas e fáceis de serem respondidas em um questionário e depois analisar e coletar os dados.

### -Método

A hipótese do trabalho era: Se for feito um questionário sobre o uso da energia nuclear, então os resultados obtidos indicarão que pessoas mais jovens são mais a favor dela e pessoas mais velhas são majoritariamente contra. Com base nisso, as variáveis, níveis e constantes foram definidas. A variável independente foi a análise dos dados, os níveis 1, 2, 3 e 4 eram respectivamente o conhecimento técnico prévio, a idade, a escolaridade e a profissão dos entrevistados. Além disso, a variável dependente foi a resposta das pessoas, que é medida a partir das diversas opiniões e conhecimento prévio, por fim as constantes eram as perguntas e a plataforma que serão usadas para fazer o questionário.

Para a fazer a análise dos dados, foi feita uma “generalização” de certas respostas, pois elas se referem a um mesmo tópico: Youtube, tv, notícias, todas essas foram agrupadas como “Mídia e Internet”.

### - Execução e materiais

O experimento foi feito na ferramenta do Google Forms, por isso foi necessário ter uma conta Google, um dispositivo conectado à internet e uma conexão estável com o servidor.



O questionário foi divulgado em redes sociais como WhatsApp e Instagram para que pessoas de diferentes faixas etárias pudessem responder, com um número alto de respostas foi possível analisar os dados e fazer gráficos para uma melhor compreensão da pesquisa.

## Resultados e Discussão

O questionário confeccionado no Google Forms que foi aplicado está representado a seguir:

Perguntas para separar o perguntado em grupos de faixa etária e formação.

Quantos anos você tem? Obs.: coloque apenas o número.

\*

Texto de resposta curta

Qual é o seu nível de formação? \*

- Ensino Fundamental incompleto
- Ensino Fundamental completo
- Ensino Médio incompleto
- Ensino Médio completo
- Ensino Superior incompleto
- Ensino Superior completo
- Pós-Graduação incompleta
- Pós-Graduação completa



## Perguntas para investigar o conhecimento prévio do perguntado.

Você já entrou em contato com informações sobre a energia nuclear? Se sim, como? \*

Texto de resposta longa

Na sua opinião, a energia nuclear é segura? Justifique. \*

Texto de resposta longa

## Perguntas de opinião

Você acha que a energia nuclear deve ser utilizada como matriz energética? \*

- Sim, conheço sobre esse assunto
- Sim, apesar de não conhecer sobre o assunto
- Não, mesmo conhecendo sobre o assunto
- Não, apesar de não conhecer sobre o assunto
- Sem opinião formada

Você acha que a energia nuclear pode ser utilizada para meios pacíficos? \*

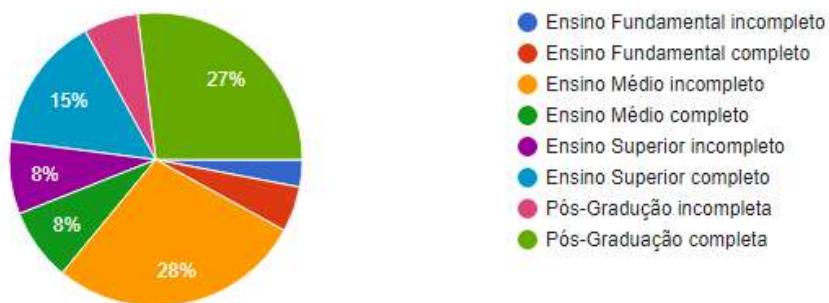
- Sim
- Não
- Sem opinião formada

O questionário foi aplicado por aproximadamente um mês e foram coletadas 100 respostas. 5% delas não serão consideradas na análise, por conterem inadequações como, por exemplo, tom irônico ou inverossímil nas respostas abertas. Além disso, respostas como “pouco contato” e “não muito” foram consideradas como **não** nessa análise.

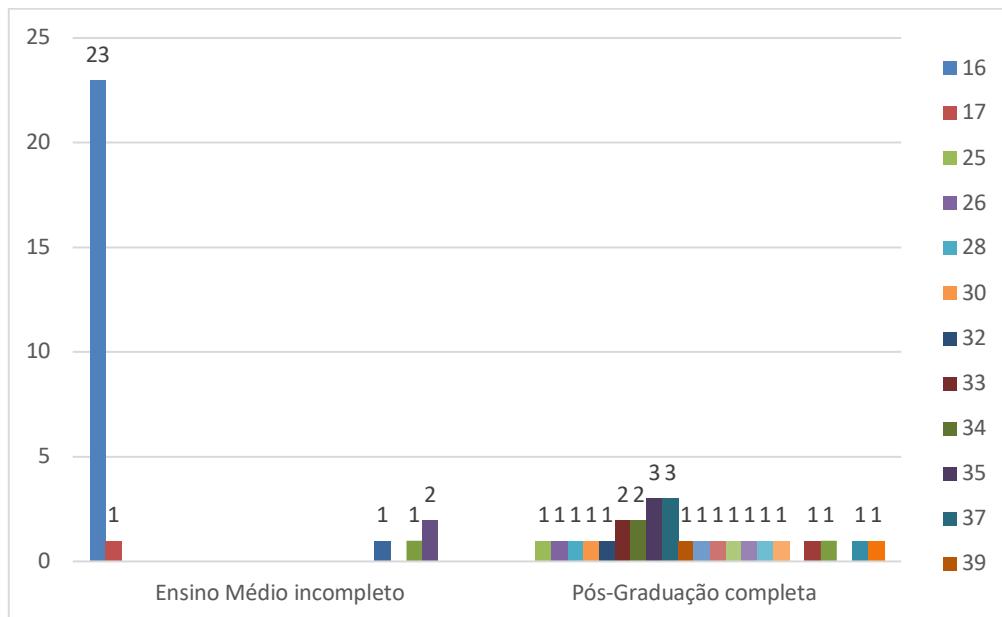
A partir de 95% das respostas restantes, todos os outros dados foram coletados e analisados.



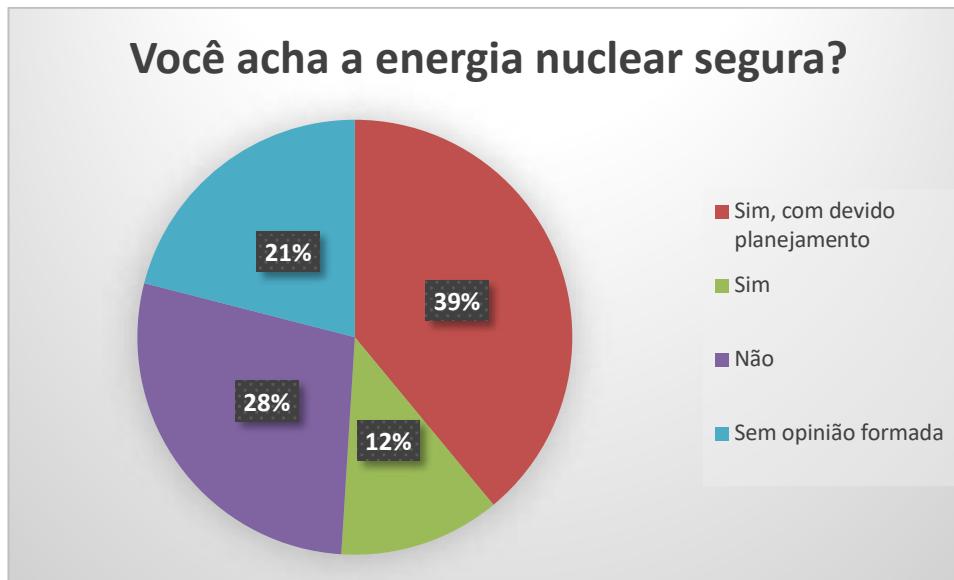
A primeira pergunta foi “você já teve contato com energia nuclear?”, 5% das respostas eram inválidas, 61% das restantes responderam que sim e 39% responderam que não.



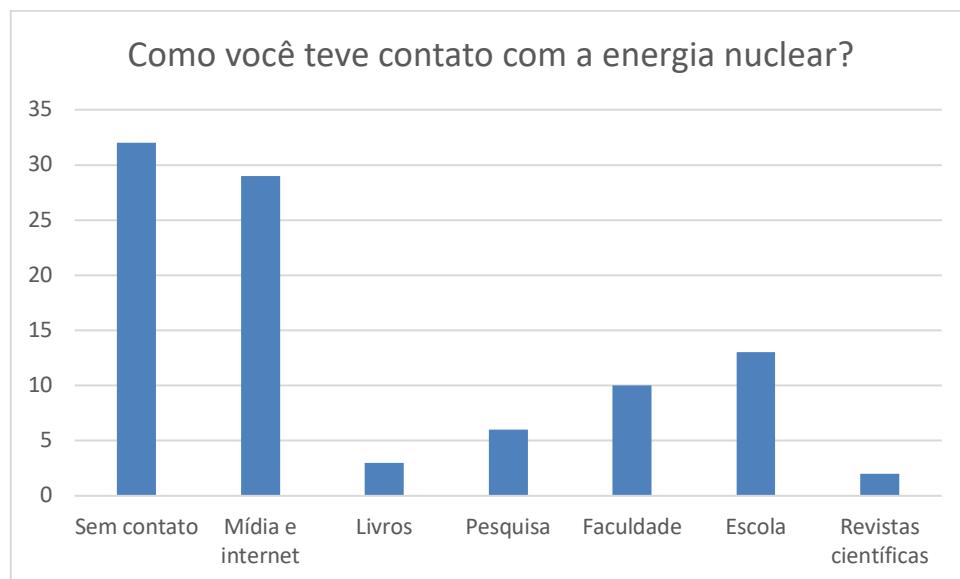
A imagem a seguir mostra que os dois grupos dominantes são menores de 18 anos por serem do Ensino Médio e pessoas com Pós-graduação completa.



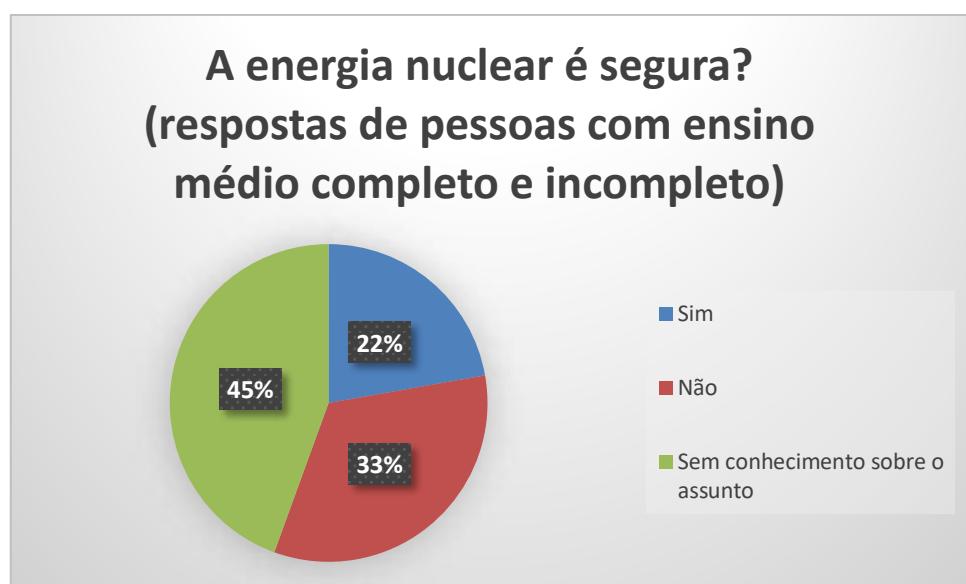
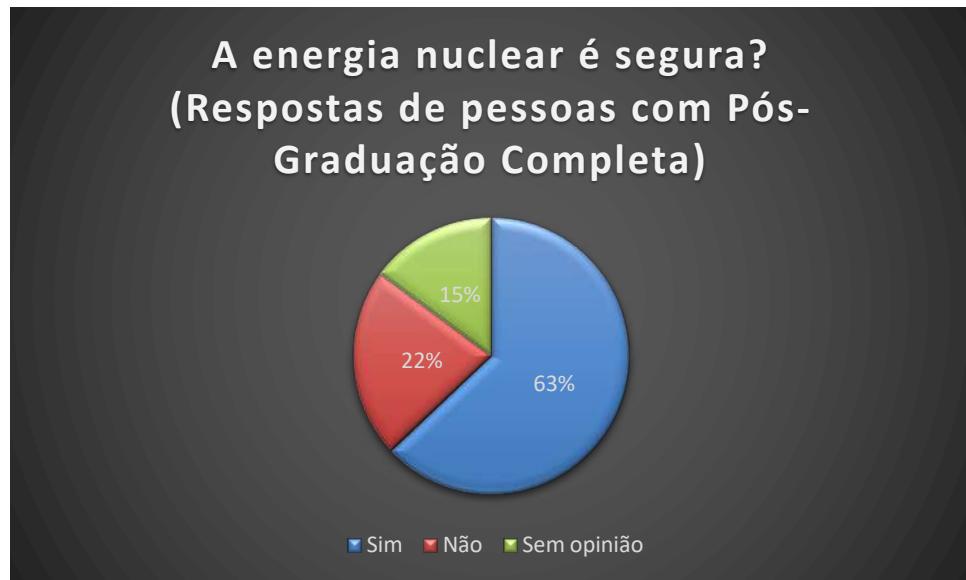
A foto a seguir informa o resultado geral da pergunta “Você acha a energia nuclear segura?” que evidencia que apenas 51% do total está a favor.



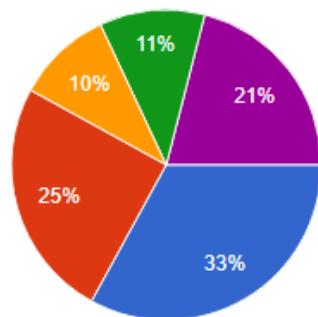
O gráfico seguinte são os resultados da pergunta “Como você teve contato com a energia nuclear?”, e com isso é pode-se perceber que a maior parte das pessoas entra em contato com tal energia a partir da mídia e a internet.



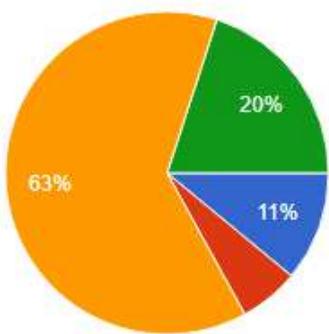
Os dois próximos diagramas demonstram a grande divergência de opinião entre pessoas com ensino médio incompleto e pós-graduação completa, na qual os mais instruídos conhecem mais sobre o assunto e, a maioria, considera a energia nuclear segura.



Os últimos dois gráficos estão relacionados respectivamente às perguntas “Você acha que a energia nuclear deve ser utilizada como matriz energética?” e “Qual é o maior problema das usinas nucleares”, com o segundo salientando que 17% dos perguntados responderam erradamente, demonstrando sua falta de conhecimento sobre o assunto.



- Sim, conheço sobre esse assunto
- Sim, apesar de não conhecer sobre o assunto
- Não, mesmo conhecendo sobre o assunto
- Não, apesar de não conhecer sobre o assunto
- Sem opinião formada



- Emissão de gás carbônico na atmosfera
- Aumento do efeito estufa
- produção de lixo radioativo
- contenção dos reatores (fusão/fissão)

Após a análise de dados e discussão, foi possível argumentar que a hipótese, quanto maior a idade das pessoas entrevistadas maior seria sua rejeição a energia nuclear e quanto mais novas fossem essas pessoas maior seria sua aprovação, não foi comprovada.

O maior fator de influência na opinião das pessoas era seu grau de escolaridade, ou seja, quanto mais escolarizado fosse o perguntado mais positiva seria sua visão sobre a energia nuclear e sua utilização em larga escala. Pessoas com Pós-Graduação completa eram majoritariamente a favor de seu uso, já pessoas acima de 18 anos com Ensino Médio completo ou incompleto não tinham noção para responder e pessoas com Ensino Médio incompleto, porém menores de 18 anos que estudam em escola particular eram majoritariamente a favor de sua utilização.

## Conclusão

Devido a análise dos dados, foi possível concluir que a hipótese inicial estava incorreta, e a partir disso, foi criada uma nova ideia, na qual a aprovação da energia nuclear se deve ao grau de escolaridade e de formação do indivíduo mais do que qualquer fator.



## Referências

- CARAJILESCOV, P, 2008. **ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DO USO PACÍFICO DA ENERGIA NUCLEAR.** Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252008000300012](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000300012)>. Acesso em: 20/03/2022.
- CNEN, 2004. **Energia Nuclear.** Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/radioprotecao/Energia%20Nuclear.pdf>> . Acesso em: 25/03/2022.
- EPE, 2013. **Matriz energética e elétrica.** Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>> . Acesso em: 22/03/2022.
- FARINACCIO, R 2019. **Chernobyl: afinal, o que causou o pior acidente nuclear da História?** Tecmundo. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/141908-chernobyl-causou-o-pior-acidente-nuclear-historia.htm>>. Acesso em: 20/03/2022
- IPEN, 2014. **CHERNOBYL - O Estado da Arte** Disponível em: <[https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/46/034/46034422.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/46/034/46034422.pdf)> . Acesso em: 25/03/2022.
- MARQUES & SILVA, A & O, 2006. **ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO NO BRASIL.** Disponível em: <[https://ecen.com/eee54/eee54p/enriquec\\_uranio\\_brasil.htm](https://ecen.com/eee54/eee54p/enriquec_uranio_brasil.htm)> . Acesso em: 25/03/2022.
- OECO, 2014. “**É o futuro da humanidade que está em jogo”, alerta Al Gore** Disponível em: <<https://oeco.org.br/reportagens/28753-e-o-futuro-da-humanidade-que-esta-em-jogo-alerta-al-gore/>> . Acesso em: 23/03/2022.
- SILVA, L, 2010. **Discurso do Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, na sessão de abertura do 3º Fórum Mundial da Aliança de Civilizações** Disponível em: <<http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/presidencia/ex-presidentes/luiz-inacio-lula-da-silva/discursos/2o-mandato/2010/28-05-2010-discurso-do-presidente-da-republica-luiz-inacio-lula-da-silva-na-sessao-de-abertura-do-3o-forum-mundial-da-alianca-de-civilizacoes>> . Acesso em: 23/03/2022.



## Energia Eólica: uso de uma hélice como alternativa sustentável de geração de energia

Laura Buhrer Simões, Marina Martins Hajjar, Renata Honda Vilela e Vitória

Yamamoto Pereira

Professor(a) orientador(a): Fernanda Cavaliere Ribeiro Sodre, Lílian Siqueira

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Considerando as questões ambientais que ameaçam o planeta atualmente, fica evidente a importância de novos meios sustentáveis de geração de energia elétrica. Como a sociedade moderna depende de fontes como petróleo, carvão ou gás natural para a formação de energia, a energia eólica – uma fonte renovável de eletricidade – apresenta uma solução promissora para não apenas ajudar o meio ambiente, mas também reduzir gastos. Assim, este projeto propõe uma análise da energia eólica através da construção de um protótipo de aerogerador. Os materiais utilizados incluem papelão, um ventilador, uma luz LED e um micromotor. Para produzir eletricidade, o sistema funcionará de forma análoga a um moinho de vento, onde a energia cinética gerada pelo movimento das pás será convertida em energia elétrica pelo micromotor que, por sua vez, será conectado a um LED. Após a construção do protótipo, foi concluído que quanto mais forte a intensidade do vento, maior a tensão elétrica que alimentará a luz e que a turbina funciona com todo o seu potencial quando um lado de cada pá é levemente curvado. Portanto, a tensão gerada pelo sistema é diretamente proporcional à velocidade de movimento da turbina.

**Palavras-chave:** Energia eólica; hélice; eletricidade; vento; energia cinética; sustentabilidade

### Abstract

Considering the environmental issues that currently threaten the planet, the importance of new and sustainable means of generating electricity is evident. Seeing



as how modern society relies on sources such as oil, coal or natural gas to generate power, wind energy – a renewable source of electricity – presents a promising solution to, not only help the environment, but also to reduce expenses. Thus, this project proposes an analysis of wind power by the construction of a wind turbine prototype. The materials used include cardboard, a fan, an LED light and a mini-DC motor. In order to produce electricity, the system will work in a way analogous to a windmill, where the kinetic energy generated by the movement of the blades will be converted into electrical energy by the DC motor which, in turn, will be connected to an LED light. After building the prototype, the group concluded that the stronger the intensity of the wind, the greater the electric tension that will power the light and that the turbine works to its full potential when one side of each blade is slightly curved. Therefore, the voltage generated by the system is directly proportional to the speed of the turbine's movement.

**Keywords:** Wind energy; electricity; kinetic energy; environment; renewable energy; turbine; windmill

## Introdução

Tendo em vista os problemas ambientais que assolam o planeta Terra, torna-se evidente a necessidade de meios de geração de energia sustentáveis. Atualmente, a queima de combustíveis fósseis – e não só ela - propicia a liberação de monóxido de carbono, que corresponde a aproximadamente 45% dos poluentes liberados em grandes metrópoles e que contribui para o agravamento do aquecimento global. Assim, o grupo busca responder à questão: como gerar energia de uma forma sustentável e renovável?

Ainda sobre combustíveis, quando levamos em conta a questão da energia, em geral, este é um tema de grande relevância, tanto para exploração espacial, quanto para nosso planeta. Afinal, o funcionamento da sociedade moderna depende de fontes energéticas como o petróleo, o carvão, gás natural, etc.

No entanto, diante da histórica necessidade energética em todas as partes do mundo e com o crescimento da população mundial atrelado ao surgimento de novas tecnologias, um dos grandes desafios atuais é a incerteza com relação à disponibilidade futura de energia frente a esta grande demanda.



Vale retomar que, dependendo da capacidade natural de reposição dos recursos, as fontes de energias são classificadas como: renováveis e não renováveis. São consideradas energia renováveis (também designadas de energia limpa ou alternativa), as formas de energia provenientes de recursos que são naturalmente reabastecidos, como é o caso do vento, sol, chuva, marés, energia geotérmica. Já a energia não renovável é aquela que faz uso de recursos esgotáveis, e dependem de processos em escala de tempo geológica ou de formação do sistema solar para que se tornem disponíveis, como petróleo, carvão, gás natural e energia nuclear (MAUAD *et al*, 2017).

A busca por fontes alternativas tem ganhado cada vez mais destaque no mundo, uma vez que permite a diversificação da matriz energética das diversas nações, além de desenvolver alternativas para reduzir os impactos de ordem ambiental, causados pela geração, distribuição e consumo de energia, como é o caso da emissão de gases estufa na atmosfera (SIMAS & PACCA, 2013).

É nessa perspectiva que esta pesquisa busca explorar e analisar um dos tipos de energia renovável – a energia eólica.

Tanto para Marte, quanto para a Terra e, especialmente para nosso planeta, a energia dos ventos possui grande potencialidade de ser implementada. Para o caso do Brasil, em específico, o potencial eólico tem despertado o interesse de vários empresários e fabricantes nacionais e internacionais. A região nordeste, por exemplo, foi uma das pioneiras na instalação de energia eólica para aproveitamento na geração de energia elétrica.

### *Energia eólica*

Como uma interessante fonte renovável mecânica, destaca-se a energia eólica. O potencial eólico do continente brasileiro foi estimado em 146 GW. Esse valor é superior a geração total de energia no país que é, aproximadamente, 113 GW (ORTIZ, G. P.; KAMPEL, 2011).



Figura 1: Um dos parques eólicos situados no nordeste brasileiro.

A disposição geográfica do nordeste brasileiro é favorecida pela intensidade e constância dos ventos alísios.

Sobre os benefícios da energia eólica, podemos considerar o fato de ser menos poluente e menos custoso do que uma usina nuclear ou hidrelétrica, por ocupar uma área menor e, assim, preservar relativamente melhor o meio ambiente, por se tratar de uma energia renovável, já que depende, especialmente, da força dos ventos (MAUAD et al, 2017).

## Objetivos

### Geral:

- Montar um protótipo de um aerogerador como um método alternativo para gerar energia.

### Específicos:

- Analisar os resultados da transformação de energia;
- Pesquisar modelos de hélices;
- Montar o equipamento para coleta de dados



## Materiais e Método

Construiremos um protótipo de um aerogerador a partir da utilização de papelão, régua, ventilador, multímetro, cola quente e fita isolante para a construção de uma turbina. Assim, investigaremos o seu funcionamento.

- Papelão;
- Impressora 3D;
- Réguas;
- Ventilador;
- Multímetro;
- Cola quente;
- Fita isolante;
- LED;
- Micro motor.

Neste trabalho, o gerador (também chamado de micro motor) funcionará ao revés: ao invés de utilizar a energia elétrica para produzir trabalho mecânico, o trabalho mecânico das hélices será convertido em energia elétrica.

Será utilizado um ventilador para acionar as hélices, que converterá a energia mecânica do movimento das hélices em energia elétrica, evidenciada por meio da luz de um Led.



Figuras 2 e 3: protótipo utilizado como modelo para o projeto.

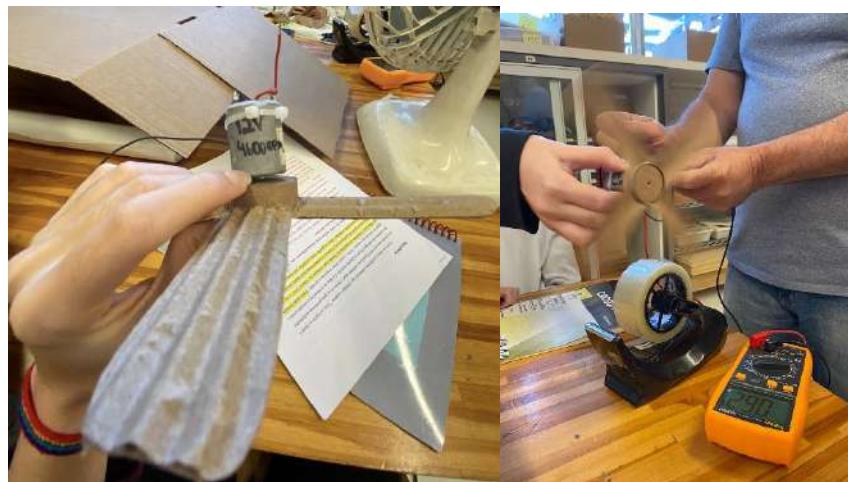
## Resultados e Discussão

Em um primeiro teste do protótipo, foi utilizada uma hélice curvada em ambos os lados, um micromotor 5V DC 4000RPM e com a hélice a cerca de 15cm do ventilador. Como resultado, foram obtidos cerca de 0,6 volts de tensão elétrica. Já ao



usarmos a mesma hélice e distância do ventilador, mas com um micromotor 12V 4600RPM, foi atingido aproximadamente 1,5 volt. Contudo, isso ainda não foi suficiente para acender um LED.

Nessa fase inicial na experimentação, concluiu-se que seria necessário refazer a hélice com um formato adequado, de modo que fique curvada apenas de um lado.



Figuras 4 e 5: primeira versão da hélice.



Figura 6: segunda versão da hélice.



Na segunda fase da experimentação, foi curvado apenas um lado de cada pá da hélice e, com um micromotor DC 12V 3500RPM, foram obtidos 2 volts de tensão, suficiente para acender LEDs mais sensíveis.

Segue uma tabela da tensão elétrica (medida em Volts) gerada ao posicionarmos a hélice a diferentes distâncias (medida em centímetros) do ventilador:

Distância do ventilador (cm)	Tensão elétrica aproximada (V)
10	2,1
15	2
20	1,9
25	1,7
30	1,5
35	1,4
40	1,1
45	1
50	0,9

*Tabela 1: distância do ventilador e tensões elétricas correspondentes.*

Ao realizar-se testes relacionados a aerodinâmica da hélice curvada em ambos os lados, o resultado não foi satisfatório, uma vez que a voltagem obtida no multímetro era demasiadamente baixa. Já ao curvarmos a hélice em um dos lados, seu movimento ocorreu de modo apropriado e suficiente para gerar uma tensão elétrica maior no circuito. Isso ocorre, visto que a curvatura dos dois lados da pá restringe o ar dentro das mesmas e, quando apenas um lado é curvado, a passagem do ar é liberada de uma pá para a outra, fazendo com que a hélice entre em movimento.

Além disso, é possível também analisar que a distância entre o protótipo e o ventilador é inversamente proporcional ao número da voltagem da tensão elétrica, ou seja, quanto maior for a distância, menor será a tensão.

## Conclusão

Assim, pode-se concluir que, para alcançar o melhor funcionamento do aerogerador, é necessário a curvatura de apenas um dos lados da pá e a menor distância possível do ventilador, visto que quanto menor a distância ao ventilador, maior será a energia gerada.



## Referências

- ALVES, J. J. A. Análise regional da energia eólica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 6, n. 1, 2010.
- MAUAD, F. F.; FERREIRA, L. C.; TRINDADE, T. C. G. Energia renovável no Brasil. **Análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras**, p. 740-1, 2017.
- ORTIZ, G. P.; KAMPEL, M. Potencial de energia eólica offshore na margem do Brasil. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. V simpósio Brasileiro de Oceanografia, Santos**, 2011.
- SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013.
- LEUCHT, Kurt. **How NASA will use robots to create rocket fuel from martian soil**. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/how-nasa-will-use-robots-to-create-rocket-fuel-from-martian-soil>. Acesso em: 23/03/2022.
- RUSSEL, Jimi. **The Propulsion We're Supplying, It's Electrifying**. Disponível em: <https://www.nasa.gov/feature/glenng/2020/the-propulsion-we-re-supplying-it-s-electrifying>. Acesso em: 23/03/2022.

### Referências das imagens

- CAVALCANTE, Daniele. **Nova propulsão elétrica da NASA será quatro vezes mais poderosa que a atual**. Disponível em: <https://canaltech.com.br/espaco/nova-propulsao-eletrica-da-nasa-sera-quatro-vezes-mais-poderosa-que-a-atual-173551/>. Acesso em: 23/03/2022.
- HANSEN, Candy. **Dry Ice Gone Wild**. Disponível em: [https://www.uahirise.org/ESP\\_020914\\_0930](https://www.uahirise.org/ESP_020914_0930). Acesso em: 23/03/2022.
- WELLS, Gary. **A sublimation heat engine**. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ncomms7390>. Acesso em: 23/03/2022.



## Otimização da energia nuclear (como tornar mais segura e reduzir riscos)

Ana Luísa Ress Cirillo, Betina Marcílio Barbosa, Gabriela Battazza Navarini, Julia

Scardoeli Alves, Lívia Mariano Fordellone

Professores orientadores: Alexandre Magno Montibeller e Thaís Trostli Costella

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

À proporção que o planeta Terra vem sendo cada vez mais destruído, o esgotamento de recursos passou a se tornar uma grande e real preocupação. Dessa forma, é necessário encontrar maneiras de preservar recursos e novas formas de utilização deles para que a sobrevivência humana no planeta continue viável. Logo, o presente artigo estuda, por meio de uma revisão bibliográfica, a vertente dos modos de produção de energia, com enfoque na energia nuclear como solução para o problema da falta de recursos. Assim, a análise desse meio energético, combinada com seus riscos e benefícios, acidentes anteriores e importância econômica e social, procura mostrar de que maneira a energia nuclear pode ser aplicada como forma de contribuir para a salvação dos recursos energéticos restantes, bem como a manutenção da vida humana na Terra. A partir do estudo sobre a otimização e redução de riscos da energia nuclear, possibilita-se entendimentos sobre sua importância e relevância no contexto atual, demonstrando qual é a melhor solução viável para a questão. Os resultados confirmam que são necessárias diversas medidas para que a implementação da energia nuclear ocorra de forma segura no Brasil. O primeiro passo é uma análise de especialistas sobre as condições da área que a usina será implantada e o quanto de energia poderá ser gerada ali. O artigo explora medidas concretas como o treinamento de funcionários, avaliações frequentes das usinas, o descarte correto do lixo atômico e principalmente a elaboração legislativa e institucional relativa à segurança, incluindo leis específicas de âmbito nacional e internacional e a existência de um órgão regulador.



**Palavras-chave:** Energia Nuclear; Otimização; Acidentes; Solução; Substituição; Recursos; Segurança.

## Abstract

Since the Earth is being progressively destroyed, the lack of resources has become a major and urgent concern. In order for human life to remain sustainable, it is necessary to develop strategies for resource preservation and modernistic applications of them. In due course, the present study conducts a bibliographical review to examine the subject of energy production, concentrating mostly on the nuclear field as a remedy for the problem of scarce resources. The examination of this energetic source, along with its advantages, disadvantages, historical mishaps, and social and economic significance, aims to demonstrate how nuclear energy may be utilized to support both the preservation of the planet's remaining resources and the continuation of human existence on it. Understanding the importance and relevance of nuclear energy in the current scenario becomes achievable as a byproduct of the study's optimization and risk reduction, proving what is the most feasible solution for the circumstance. The findings show that multiple steps are required to safely deploy it in Brazil. The first stage is for specialists to do an examination of the geographic parameters of the region in which the plant will be installed, likewise the quantity of energy that can be generated. The article delves into tangible measures such as employees training, regular examination of the nuclear plant, proper disposal of atomic waste, and, more crucially, the legislation and institutional establishment pertaining to safety, including particular laws of national and international scope, as well as the existence of a regulating organ.

**Keywords:** Nuclear Energy; Optimization; Accidents; Solution; Substitution; Resources; Security.

## Introdução

A energia nuclear, conhecida também como energia atômica, é a energia produzida nas usinas termonucleares, que utilizam o urânio e outros elementos como combustível. Ela é obtida a partir de dois modos: a fusão e a fissão nuclear. No



primeiro processo, se juntam dois núcleos para formar um núcleo maior. Para gerar energia utilizam-se elementos leves como deutério, trítio, etc. Juntando esses dois núcleos para produzir hélio, libera-se uma grande quantidade de energia.

A fissão nuclear consiste na partição de um núcleo pesado e instável em dois núcleos atômicos de tamanho menor e mais estáveis. Durante esse processo, ocorre a incidência de um nêutron sobre o núcleo instável. Ocasionando, assim, na partição do mesmo. Com isso, são liberados até três nêutrons e uma grande quantidade de energia. O resultado da fissão é a produção de dois ou mais núcleos mais leves altamente radioativos (figura 1).

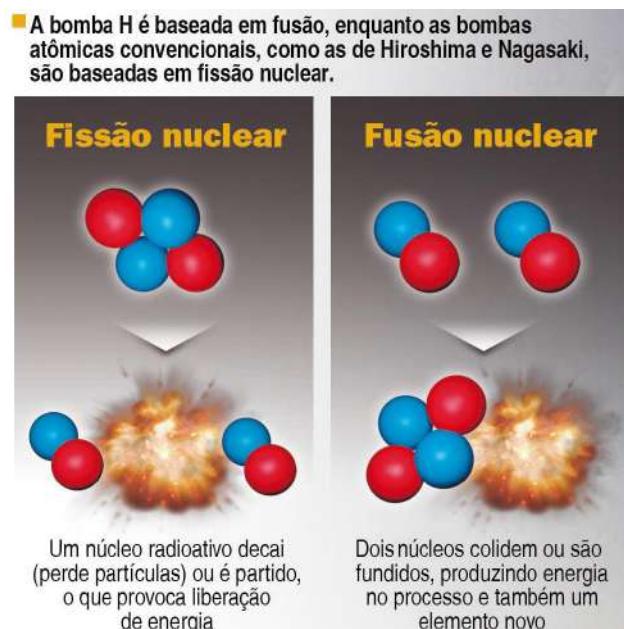


Figura 1: Diferença entre fissão e fusão nuclear

Fonte: [https://www.diariodecanoas.com.br/\\_conteudo/2016/01/blogs/estilo\\_de\\_vida/tecnologia/260584-entenda-a-bomba-h-da-qual-todo-mundo-esta-com-medo.html](https://www.diariodecanoas.com.br/_conteudo/2016/01/blogs/estilo_de_vida/tecnologia/260584-entenda-a-bomba-h-da-qual-todo-mundo-esta-com-medo.html) - Acesso em: 29/04/2022

Há uma pequena diferença de massa entre o núcleo original e a soma das massas dos núcleos filhos, essa diferença de massa aparece como energia, e assim é gerada a energia nuclear (HUSSEIN, 2011). A divisão desse núcleo em duas partes faz com que haja liberação de grande quantidade de calor, suficiente para produzir uma energia considerada limpa e renovável. Perceba esse processo na fotografia (figura 2).



Figura 2: Usinas nucleares em funcionamento

Fonte: <https://www.dw.com/pt-br/a-energia-nuclear-é-favorável-ao-clima/a-59807379> - Acesso em:  
16/03/2022

Hoje em dia, a utilização de energia nuclear é altamente considerada uma opção, sendo utilizada majoritariamente para produzir energia termoelétrica, tendo em vista que produz a menor quantidade de substâncias poluentes na Terra. No Brasil existem, atualmente, três usinas nucleares: Angra 1, Angra 2 e Angra 3 localizadas em Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro (SANTIAGO, 2015), sendo representada por apenas 3% da geração de energia do país (PALADINO, 2022). Contudo, a utilização de usinas nucleares não é comum no Brasil devido à falta de segurança, uma vez que qualquer vazamento de radiação pode causar desastres, e os altos custos (na construção, depósito do lixo atômico, descontaminação e demolição dos reatores velhos). Todavia, no mundo, o uso intensivo da energia nuclear é encontrado em países desenvolvidos e ricos (França, Japão, Alemanha, EUA e Reino Unido), como mostra o gráfico (figura 3), já que é uma tecnologia de alto preço (PAREJO, 2015).

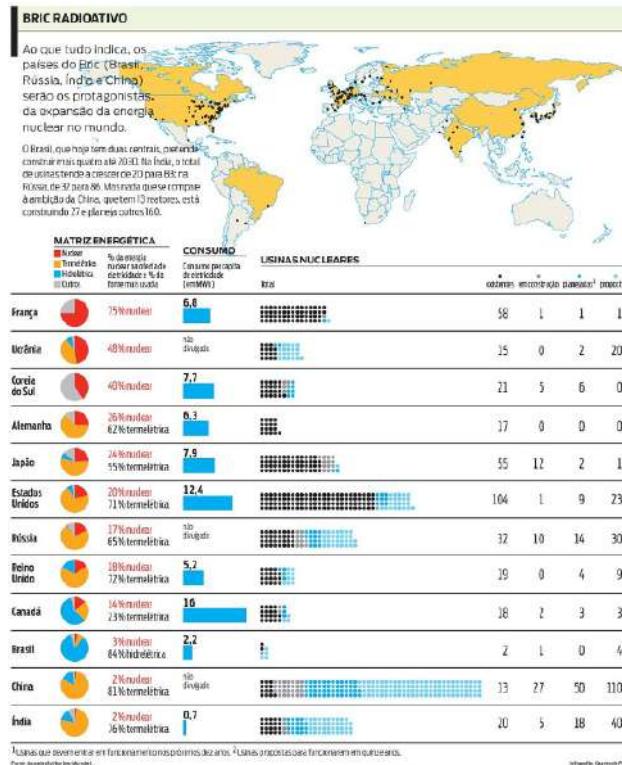


Figura 3: Distribuição das matrizes energéticas pelo mundo

Fonte: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/usinas-nucleares-tem-longa-vida-pela-frente-3ym6y81uegszvx035qkiuvbri/> - Acesso em: 24/03/2022

A energia nuclear é extremamente controversa e polêmica, dividindo opiniões na sociedade. Essa alternativa apresenta tanto vantagens quanto desvantagens, tornando possível uma discussão acerca deste tema.

Como benefícios dessa fonte energética, podem ser citadas a abundância do urânio - pouca chance de escassez da matéria-prima -, além da não utilização de combustíveis fósseis, um baixo custo de produção e a independência de condições climáticas, sendo, portanto, mais flexível. São diversos os benefícios da ampliação da geração por fonte nuclear para o sistema elétrico, sendo o principal o aumento da confiabilidade e segurança no fornecimento de energia elétrica (PIRES, 2019).

Em contrapartida, não é uma opção renovável e apresenta malefícios como a chance de acidentes com sérias consequências - exemplo dos casos de Chernobyl e Fukushima -, assim como a necessidade de um alto investimento inicial e de uma melhor gestão de resíduos nucleares, que levam muitos anos para perder sua radioatividade e perigo.

Outro ponto a ser levado em consideração, é o avanço das tecnologias nos sistemas de segurança que, modernizado, apresenta uma segurança melhorada, com



planos de emergência e alertas em caso de necessidade, o que permitiu que usinas fossem construídas mais próximas de centros urbanos.

Para diminuir o risco de acidentes durante o desempenho de reatores nucleares, diversas tecnologias já foram desenvolvidas com essa função. A Eletronuclear, divisão da Eletrobrás relacionada à energia nuclear, tem na segurança um dos pontos mais relevantes de sua cultura organizacional, norteando todas as atividades da empresa, mesmo as que, aparentemente, nada têm a ver com a questão. Um dos principais conceitos empregados é o de defesa em profundidade, ou seja, barreiras em série, como em uma corrida de obstáculos. Elas funcionam através dos sistemas operacionais, de segurança e de instrumentação e controle de uma usina. O risco não é eliminado totalmente, mas reduzido a níveis baixíssimos.

Em questão de defesa em uma usina nuclear da Eletrobrás, podemos citar a análise dos possíveis riscos do local onde os reatores serão instalados, tomando em conta a possibilidade de catástrofes naturais, como terremotos - fato que torna o Brasil mais apto à implementação da energia atômica, pela não ocorrência desse tipo de catástrofe pela sua geografia. Além disso, o treinamento adequado dos funcionários que se encarregam do funcionamento da usina é imprescindível. Avaliações também devem ser realizadas com pontualidade e frequência. Por fim, há o controle legal e institucional relativo à segurança, incluindo leis específicas de âmbito nacional e internacional e a existência de um órgão regulador, no caso brasileiro, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen).

Em um caso ideal, as usinas nucleares utilizadas mundialmente deveriam contar com sistemas de segurança passivos, que entram automaticamente em ação para impedir acidentes e, também, desligar e resfriar o reator em situações de emergência.

Muito tem se discutido acerca da segurança da energia nuclear e a eficiência de sua implementação total no Brasil. Observa-se que no cenário atual do nosso país e do planeta Terra este é, mais do que nunca, o momento de abandonar o uso de combustíveis fósseis para a produção de energia uma vez que atrasa o desenvolvimento sustentável em nível global. Portanto, esta pesquisa prioriza responder às dúvidas que contornam preocupações a respeito dos riscos da energia nuclear. Como é possível prevenir acidentes como o de Chernobyl e Fukushima? Vale



a pena correr perigos tão sérios pela oportunidade de produzir energia sustentável? O que deve ser esclarecido para políticos e cientistas antes de tal implementação?

No que tange a respeito da relação entre energia nuclear e sociedade, é perceptível a deficiência de comunicação e dispersão de informação para, principalmente, jovens estudantes e CEOs de grandes empresas (duas camadas sociais que podem ajudar o meio-ambiente e auxiliar avanços tecnológicos). A comunicação das evidências de atendimento, orientada para as questões, qualificaria o diálogo e demonstraria de forma cabal a sustentabilidade da energia nuclear para geração elétrica (BIAZINI FILHO, 2014). O anseio por um futuro melhor é comovente, contudo necessita de muito estudo e planejamento, para esclarecer como é possível utilizar a energia nuclear de forma segura e se é necessário para o desenvolvimento sustentável o uso de tal energia.

## Objetivos

### Geral:

Analizar a geração de energia por meio de usinas nucleares, buscando soluções seguras e com os mínimos riscos possíveis, para assim, verificar se é viável e se vale a pena investir nessa fonte na matriz energética brasileira.

### Específicos:

- Apontar benefícios e malefícios do uso da energia nuclear
- Discutir riscos das usinas nucleares
- Refletir sobre casos de acidentes anteriores - Fukushima e Chernobyl
- Analisar de que maneiras a energia nuclear é positiva
- Investigar impactos dos resíduos nucleares para o meio ambiente a fim de tornar o uso de energia nuclear mais seguro
- Descrever o processo de funcionamento das usinas nucleares.

## Materiais e Método

### Materiais:

- Sites de pesquisa
  - [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)
  - <https://www.edumedia-sciences.com/en/>



- <https://epe.gov.br>
- <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php>
- Artigos científicos - citados nas referências da introdução
- Conhecimento prévio e pesquisas sobre acidentes nucleares anteriores
- Vídeos sobre o que é a energia nuclear e utilização de usinas nucleares
- <https://youtu.be/OzxiQdmTD58>
- <https://youtu.be/T6uOxjQbjEc>
- <https://youtu.be/b3DCXbuG1cg>
- <https://youtu.be/gK2jQkhS58U>
- [https://youtu.be/wtn\\_JlouN5Q](https://youtu.be/wtn_JlouN5Q)
- <https://youtu.be/GVN73W5CLiQ>

### Métodos:

Nesse projeto e pesquisa de revisão bibliográfica, foram utilizados os sites e artigos científicos citados anteriormente para realizar uma ampla pesquisa de investigação sobre diferentes aspectos da energia nuclear (eficiência energética, causas e falhas dos últimos desastres nucleares, benefícios e malefícios, aptidão das localidades em aspectos geográficos e de custo benefício, comparação com outros tipos de usinas e modos diferentes de obtenção de energia, matrizes energéticas dos países).

Além disso, questões foram discutidas entre alunos e professores, utilizando da base de conhecimentos prévios para entender problemas e buscar soluções.

Os métodos para elaboração da revisão sistemática preveem:

1. Elaboração da pergunta de pesquisa:

Baseando-se na situação atual do Brasil em comparação com o resto do mundo buscando soluções viáveis e eficazes para a melhor eficiência possível do país;

2. Seleção dos artigos:

Atenção às fontes confiáveis e ao foco dos artigos relacionados ao tema de estudo e complexidade da escrita, informativos e estatísticas e dados por meio de figuras ou gráficos;

3. Extração dos dados:



Ao extrair os dados, foram investigadas revistas brasileiras renomadas e autores que representassem a literatura local de maneira científica;

#### 4. Redação e publicação dos resultados.

A redação e publicação dos dados apoiam-se em citações dos autores e análises criteriosas dos dados coletados por meio de síntese, imagens e estatísticas, apresentadas de maneira clara e informativa.

## Resultados e Discussão

A tabela a seguir apresenta os resultados encontrados por meio da análise dos artigos selecionados, sendo tais resultados distribuídos através de perguntas relevantes e diferentes meios, através de citações, dados e comentários.

Questão Guia	Citação Direta	Citação Indireta	Dados ou Estatísticas	Comentário Pessoal
O que é energia nuclear?	A obtenção de energia pelos reatores nucleares de potência é baseada na fissão nuclear. Na reação em cadeia ocorrida neste processo 80% da energia liberada é transmitida aos fragmentos em forma cinética. (...) A energia térmica liberada é transferida a um fluido refrigerante que para ser resfriado passa por trocadores	Energia nuclear se refere a energia consumida e produzida com a modificação da composição de núcleos atômicos (fissão). (MASILI <i>et al.</i> )	Existem três isótopos que podem ser considerados como combustíveis fósseis para reatores nucleares: o Urânio 233 (U-233), Urânio 235 (U-235) e o Plutônio 239 (Pu-239). (PARREIRA <i>et al.</i> , 2021)	A energia nuclear é uma forma de energia que não utiliza de recursos fósseis, sendo uma solução consideravelmente mais sustentável, mas que também pode ser financeiramente inviável em determinadas situações.



	<p>de calor acoplados a conversores eletromecânicos de energia, a partir dos quais se obtêm a energia elétrica. Rezende (2009)" (PARREIRA et al., 2021)</p>			
Quais são os benefícios e malefícios da energia nuclear?	<p>"É vista por muitos como fonte de energia barata e limpa; mas por causa do perigo da radiação emitida na produção desta energia e da radioatividade dos materiais utilizados, outros sentem que ela pode não ser uma energia alternativa viável para o uso de combustível fóssil ou energia solar." (MASILI et al.)</p>	<p>A energia nuclear está em ascendente demanda por ser considerada uma energia limpa, não emitindo substâncias poluentes ao meio ambiente. Mas ainda existe a preocupação sobre o difícil controle de radioatividade e superaquecimento. (PARREIRA et al., 2021)</p>	<p>"A fissão de uma libra de urânio em uma moderna usina nuclear produz cerca de 3 milhões de kWh de energia elétrica."</p> <p>(MASILI et al.)</p>	<p>A utilização da energia nuclear pode ser positiva apenas se tomarmos as medidas de segurança necessárias. Ou seja, manter o controle de aquecimento e resfriamento das usinas, para que desse modo possamos obter energia de uma forma limpa e segura.</p>
Como a geografia da região pode afetar as usinas nucleares?	<p>"No Brasil há recursos significativos de urânio, o país ocupa posição de destaque no ranking mundial. Os</p>	<p>Graves problemas ambientais, como poluição do ar, do solo, da água, radiação e degradação de ecossistemas,</p>	<p>Corroborando a importância dos eventos climáticos como os mais recorrentes, o Relatório de Danos Materiais e Prejuízos decorrentes de</p>	<p>A geografia da região pode afetar as usinas nucleares de modo que, é mais favorável a usina ser construída em</p>



	<p>recursos são da ordem de 244.788 toneladas de urânio contido e distribuídas entre os estados da Bahia, do Ceará e outros.” (LIMA <i>et al.</i>, 2021)</p>	<p>causados pelas atividades humanas, ameaçam com grande intensidade a qualidade ambiental. (TROPPMAIR <i>et al.</i>, 2008)</p>	<p>desastres naturais no Brasil, elaborado pelo (CEPED/UFSC, 2020), atestou os maiores gastos desprendidos com estiagem, enxurradas e inundações, correspondendo, respectivamente a 59,9%, 16,5% e 9,7% dos gastos. Os três eventos somaram um gasto total de 264,5 bilhões de reais. (JÚNIOR, <i>et al.</i>, 2021)</p>	<p>áreas próximas ao litoral para que haja um resfriamento correto pela água oceânica.</p>
Como é possível prevenir eventos como os acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima?	<p>“Uma análise criteriosa da moderação do fluxo de nêutrons deve ser realizada para evitar uma superpotência no reator, que pode gerar danos e acidentes à planta nuclear.” (PARREIRA <i>et al.</i>, 2021)</p>	<p>É possível prevenir acidentes nucleares por meio de Sistemas de Segurança que desligam (resfriam) as usinas em situações de emergência (superpotência). (DE SOUZA <i>et al.</i>, 2014)</p>	<p>O combustível utilizado numa bomba nuclear é muito mais rico em <sup>235</sup>U, do que os usados nos reatores de uma usina, que chegam a aproximadamente 4%. Acontece que nos reatores nucleares, apesar de não ocorrerem explosões, as barras de combustível simplesmente se fundem, derretem, fazendo com que o núcleo do</p>	<p>Acidentes como Chernobyl e Fukushima podem ser evitados com medidas de segurança. Como por exemplo fazer a manutenção do reator.</p>



			<p>reator atinja incríveis 3000º C, derretendo as paredes de aço que protegem esse combustível.</p> <p>(CAVALCANTE <i>et al.</i>, 2022)</p>	
Por que a utilização de uma energia mais sustentável influencia na economia do Brasil?	"O desenvolvimento da tecnologia nuclear já trouxe ganhos importantes para o país que têm influência sobre outras áreas de atividade industrial. A manutenção da atividade impulsiona, por sua vez, o desenvolvimento próprio de tecnologias que sofrem restrições na importação de técnicas e equipamentos necessários a outros setores."	A utilização da tecnologia nuclear para fazer e vender armas nucleares ainda é muito importante na economia mundial, já que, durante a Segunda Guerra Mundial, os países que obtinham armas nucleares, eram de grande influência mundial e econômica.  (ALVIM <i>et al.</i> , 2007)	Devido ao alto índice de participação do Brasil na geração de energia hidráulica, as perdas de transformação e distribuição são de apenas 6% da Oferta Interna de Energia (OIE), enquanto os países com alta geração de eletricidade de origem térmica apresentam um montante entre 25% e 30%. Esta vantagem, acrescida por grande uso da biomassa, faz com que o Brasil apresente resultados ainda mais satisfatórios. Enquanto o país exibe uma pequena taxa de emissão de CO <sub>2</sub> , de 1,58 tCO <sub>2</sub> / tep, pelo uso de combustíveis, a média mundial é	A utilização de uma energia mais sustentável no Brasil é de extrema importância, uma vez que ajuda a preservar o meio ambiente e o planeta Terra.



			de 2,37. (LOPES <i>et al.</i> , 2016)	
--	--	--	--	--



Como o Brasil pode ser inserido no contexto nuclear mundial de forma segura com suas particularidades científicas e ecológicas?	A nuclearidade não é a mesma por todo mundo: seu significado não é o mesmo para os geólogos e para os físicos, para os geneticistas ou para os epidemiologistas, os empregadores ou trabalhadores; ou ainda para os nigerianos ou canadenses. A nuclearidade não é a mesma a todo momento: entre os anos 40 e 90 sua materialização e sua distribuição mudou profundamente . (ROCHA, 2021 <i>apud</i> HECHT, 2016. p.22)	Mediante uma política energética inteligente e rigorosamente aplicada, as empresas públicas e o empresariado do setor de geração elétrica deverão se transformar nos maiores defensores do ecossistema amazônico, pois alterações causadas por desmatamentos comprometem a vazão dos rios, inviabilizando as próprias hidrelétricas. Orientações simples como essas poderiam dar origem a uma atividade produtiva e rentável para os habitantes da região, que desejarem se integrar à economia convencional. (DE CARVALHO., 2012)	Países como França e Japão já aproveitam ao máximo os seus potenciais hidrelétricos. Assim, para produzir a energia elétrica indispensável à sobrevivência de suas economias, não lhes restou alternativa senão investir na opção nuclear, especialmente a França, que é intensamente eletrificada. Isso para o médio prazo, pois, visando o longo prazo, estão investindo seriamente no desenvolvimento de fontes renováveis. A França tem 59 centrais nucleares operadas pela estatal Electricité de France (EdF), as quais geram mais de 430.000 GWh por ano, o que representa cerca de 78% da eletricidade lá consumida. (DE CARVALHO., 2012)	Mediante ao cenário econômico e as preocupações características de tantos países que inserem a energia nuclear em meio da política e debates científicos, o Brasil precisa entender suas particularidades para inserir um sistema seguro para as nossas florestas e para o nosso povo sem politizar o assunto.
---	--	--	---	--



Ao passo que, atualmente, a energia nuclear vem ganhando espaço na matriz elétrica mundial - correspondendo a cerca de 10% -, ela vem conquistando mais espaço nas discussões, principalmente no âmbito dos acidentes nucleares.

A geração de energia nuclear, por ter como fator essencial à radioatividade, ao causar um acidente expõe material nuclear ao meio ambiente, liberando substâncias radioativas no ar e no solo. Dessa forma, além de contaminar a fauna e a flora, também podem ocasionar na morte de indivíduos.

Logo, a análise de casos reais como o de Fukushima e Chernobyl é essencial para que haja maior compreensão dos reais danos dos acidentes nucleares, bem como pensar em como evitá-los no futuro.

No dia 26 de abril de 1986, durante um teste de segurança nas Usinas Nucleares estabelecidas na cidade de Chernobyl (Ucrânia, na época ainda denominado território Soviético), devido a um erro técnico no manuseio das máquinas, um dos maiores reatores da unidade explode e causa a destruição dos demais reatores presentes. O acidente causou consequências à cidade que até hoje prejudicam a utilização da região. Com as explosões, o incêndio causado foi responsável por liberar uma quantidade elevada de material radioativo na atmosfera e região, assim, além de matar grande parte dos moradores (em maioria famílias de trabalhadores das usinas) impossibilitou a habitação pelos altos níveis de radioatividade presentes.

O acidente nuclear ocorrido em Fukushima (Japão, março de 2011), foi considerado uma das maiores tragédias nucleares da história. Nela, vazamentos de radiação ocorreram por conta de um terremoto de uma escala julgada como de alta intensidade, seguido de um tsunami que abalou o território japonês. Como parte do protocolo, durante o período dos acidentes, 11 usinas localizadas na região foram desligadas. Para que o processo de fissão nuclear seja interrompido por completo, a usina deve ser resfriada por cerca de uma hora. Porém, antes de passar o tempo mínimo necessário, o tsunami assolou a região. Contudo, a radiação contaminou a cidade de Fukushima e grande parte do Oceano Pacífico, além de afetar nocivamente a saúde da população. O território só pôde ser novamente habitado 11 anos após o desastre.

Dessa forma, é de extrema importância continuar pesquisando soluções para reduzir os riscos de acidentes, como o de Fukushima e Chernobyl que ainda



perpetuam em 2022 como no conflito da guerra na Ucrânia em um contexto vulnerável que necessita de união, pluralidade e sustentabilidade para encaminhar o desenvolvimento.

O acidente que aconteceu em Goiânia, em 1987, nível 5 segundo a INES e o maior da América Latina, teve seu estopim quando sucateiros encontraram um aparelho de radioterapia e o levaram para um ferro-velho. Depois de desmontar o aparelho, os homens acharam uma cápsula de chumbo, com cloreto de céssio em seu interior. O dono do ferro-velho, Devair Ferreira, permaneceu impressionado com aquele pó branco que brilhava no escuro e decidiu levar para casa consigo, distribuindo o “pó azul”, o que estabeleceu grande risco de contaminação.

Atualmente, a energia nuclear é responsável por 17% da geração de eletricidade do mundo. Embora não produzam gases de efeito estufa, o perigo está nos altos níveis de radioatividade e na possibilidade de acidentes nas usinas, que podem ser muito perigosos. Os efeitos dos acidentes nucleares são duradouros para o meio ambiente e as pessoas que vivem nessa área, porque os níveis de radiação podem permanecer altos por décadas. O decaimento radioativo é o processo pelo qual um isótopo radioativo instável perde energia espontaneamente e se transforma em um átomo estável e não radioativo. Pode levar dias, como no caso do iodo radioativo, ou décadas, no caso do céssio radioativo.

As questões ambientais também estão relacionadas aos acidentes que ocorrem nas usinas e ao destino do chamado lixo atômico - resíduo que fica no reator, onde o urânio é queimado para a fissão da partícula. Por classificar uma grande quantidade de radiação, os resíduos atômicos devem ser guardados em recipientes metálicos protegidos por caixas de concreto, que são então lançadas ao oceano.

Os acidentes se devem à liberação de materiais radioativos dentro do reator, levando à contaminação do meio ambiente, ocasionando doenças como câncer e também a morte de humanos, animais e plantas. E não apenas nos anexos da usina, mas também em áreas longínquas, pois ventos e nuvens radioativas carregam parte da radiação para essas áreas, a centenas de quilômetros de distância.

O risco de dano nuclear, causado por um acidente nuclear, pode ter maior probabilidade de ser efetivo, e por isso oferece a oportunidade de estender a teoria objetiva da responsabilidade social às empresas legais (mesmo privadas) autorizadas a usar instalações nucleares. Esta é a condição que se aplica na França (através da



Convenção de Bruxelas de 1962 sobre a compensação pecuniária por danos causados pelo ato de poluir o mar) e na Espanha (através da Lei Reguladora de Energia Nuclear de 1964).

Não foi investigado se o Brasil concorda com a referida Convenção. No entanto, desde a promulgação da Lei Federal nº 6.453, de 17 de outubro de 1977, o objetivo da teoria da responsabilidade social passou a ser aplicado ao operador da instalação nuclear (conforme seu artigo 49), que é legalmente definido como " pessoa jurídica devidamente autorizada a utilizar instalação nuclear" (conforme artigo I, inciso I, desta Lei).

Entretanto, em termos de preservação ambiental, mais eficaz do que indenizar lesados por dano nuclear (sejam vítimas a flora, a fauna, ou o próprio ser humano), é instrumentar-se a ordem jurídica com mecanismos práticos e severos para minimizar (se não puder extinguir) os efeitos de eventuais danos nucleares.

Porém, não se trata de fazer leis, senão de executar as existentes no País, ainda que as modernizando aqui e ali, para adequá-las aos fatos novos, seja por elaboração legislativa, seja pela construção jurisprudencial, seja pela firmeza do administrador público, ao aplicá-las.

## Conclusão

Com base nas análises realizadas, é possível concluir que ainda há muito estudo a ser realizado nessa área, visto que a questão das fontes energéticas é extremamente complexa e afeta diversos aspectos, inclusive sociais, econômicos e ambientais. Analisando os impactos e soluções, é primordial ratificar como o Brasil é protagonista entre os países que podem implementar essa tecnologia. Junto de medidas como o treinamento correto dos funcionários da usina e avaliações frequentes de segurança, bem como o correto descarte dos resíduos nucleares e uma legislação que garanta a minimização dos eventuais danos em grandes riscos aos acidentes em usinas nucleares, o país não apresenta riscos de terremotos e tsunamis. É necessário que o debate ocupe a preocupação dos grandes líderes e deixe de ser um tema tão polarizado no nosso país.



## Referências

- BIAZINI FILHO, Francisco Luiz. Responsabilidade social da energia nuclear para geração elétrica no Brasil. 2014. Disponível em: <[http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Francisco%20Luiz%20Biazini%20Filho\\_D.pdf](http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Francisco%20Luiz%20Biazini%20Filho_D.pdf)>. Acesso em: 09/03/2022.
- CARVALHO, Joaquim Francisco de. O espaço da energia nuclear no Brasil. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/wyz7HtbdJ5cdXLchMSTNPm/?lang=pt>>. Acesso em: 09/03/2022.
- HUSSEIN, Mahir. Energia nuclear. Revistas.usp.br, 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/download/34845/37583/40833>>. Acesso em 09/03/2022.
- OLIVEIRA, Samuel Samir Barbosa; LIMA, Dominick Santos; LIRA, Dilly Lima Cardoso; RUZENE, Denise Santos; SILVA, Daniel Pereira; AMARAL, Genauro do Rego. Energia Nuclear: vantagens e desvantagens. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7666/2/EnergiaNuclear.pdf>>. Acesso em: 09/03/2022.
- PIRES, Adriano. Entrevistas com especialistas: as diferentes visões a respeito da energia nuclear no Brasil. 2019. Disponível em: <<https://cbie.com.br/imprensa/entrevistas-com-especialistas-as-diferentes-visoes-a-respeito-da-energia-nuclear-no-brasil/>>. Acesso em: 19/03/2022.
- Quais as Vantagens e Desvantagens da Energia Nuclear. 2020. Disponível em: <<https://maximgroup.com.br/quais-as-vantagens-e-desvantagens-da-energia-nuclear/>>. Acesso em: 19/03/2022.
- A Segurança Nuclear. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Seguranca/Paginas/Seguranca-Nuclear.aspx>>. Acesso em: 09/03/2022.
- DE LIMA, Ivysson Humberto Santos, et al. (2020). “Acidente nuclear de Chernobyl: Os efeitos biológicos da radiação”. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/cadernobiologicas/article/view/7992>>. Acesso em: 03/06/2022
- PARREIRA, Carla Cristina Araújo; NETO, Juan Canellas Bosch; CORRÊA, Breno Henrique Booz Carvalho. (2021). “Modelagem e simulação dinâmica de um reator nuclear por fissão: uma revisão.”. Disponível em: <<https://doi.org/10.18540/jcecvl7iss3pp12184-01-15e>>. Acesso em: 03/06/2022.
- LIMA, Fernanda Silva; FILHO, Wilson Seraine da Silva. (2021) “Potencial Uranífero no Brasil: uma revisão bibliográfica”. Disponível em: <



[https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/31365?\\_cf\\_chl\\_tk=fuPGxegvD7P8lhLexQNC3g70qSpqfzewjCCtcpFej8I-1654279326-0-gaNycGzNB\\_0](https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/31365?_cf_chl_tk=fuPGxegvD7P8lhLexQNC3g70qSpqfzewjCCtcpFej8I-1654279326-0-gaNycGzNB_0) >. Acesso em 03/06/2022.

- CARAJILESCOV, Pedro; MOREIRA, João Manoel Losada (2008). “Aspectos técnicos, econômicos e sociais do uso pacífico da energia nuclear”. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252008000300012](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000300012)> . Acesso em: 15/06/2022.
- MUNITA, Casimiro S., et al. (2020). “Explorando problemas arqueológicos com técnicas físico-químicas: a trajetória do Grupo de Estudos Arqueométricos do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, Brasil”. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1CX1BHdcSzyreGWTBmizS1izWFlnXGtry/view?usp=drivesdk>>. Acesso: 06/06/2022.
- ALVIM, Carlos Feu, et al (2007). “Energia nuclear em um cenário de trinta anos”. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/1ExhSet4v8\\_gV\\_fXa6jR5Xd1yDhZEjb5i/view?usp=drivesdk](https://drive.google.com/file/d/1ExhSet4v8_gV_fXa6jR5Xd1yDhZEjb5i/view?usp=drivesdk)> Acesso em: 06/06/2022.
- DE SOUZA, Daiane C.B., et al. (2014). “CHERNOBYL - O Estado da Arte”. Disponível em: <[https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore\\_Public/46/034/46034422.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore_Public/46/034/46034422.pdf)>. Acesso em: 06/06/2022.
- JÚNIOR, Francisco Pereira da Silva; CHAVES, Sammya Vanessa Vieira (2021). “Desastres naturais no Brasil: Um estudo acerca dos extremos climáticos nas cidades brasileiras”. Disponível em: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/934/814>>. Acesso em: 06/06/2022.
- LOPES, Mariana Cristina; TAQUES, Fernando Henrique (2016). “O desafio da energia sustentável no Brasil”. Disponível em: <<https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rce/article/download/4478/2500/0>>. Acesso em: 06/06/2022.
- DE CARVALHO, Joaquim Francisco (2012). “O Espaço Da Energia Nuclear no Brasil”. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/wyz7HtbndJ5cdXLchMSTNPm/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 06/06/2022.
- CAVALCANTE, Kleber G. "Acidentes Nucleares"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/acidentes-nucleares.htm>>. Acesso em 06/06/2022
- ROCHA, Israel De Jesus (2021) “Relatórios tecnocientíficos, nuclearidades e a exploração de urânio em Caetité/BA como uma questão pública”. Disponível em: <



<https://www.scielo.br/j/asoc/a/vh9JNyXVBqpQ6sw8bCk8JJP/?format=pdf&lang=pt> >.

Acesso em: 06/06/2022

- CERIZZE, Bárbara (2020) “As consequências de acidentes nucleares”. Disponível em: < <https://blog.enem.com.br/as-consequencias-de-acidentes-nucleares/> >. Acesso em: 31/08/2022
- Energia Nuclear e o Meio Ambiente. Disponível em: < [https://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/nuclear/energia\\_nuclear\\_e\\_o\\_meio\\_ambiente.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/nuclear/energia_nuclear_e_o_meio_ambiente.html) >. Acesso em: 31/08/2022
- CABRAL, Armando Henrique Dias. “Impacto da Energia Nuclear sobre o Meio Ambiente, e a Responsabilidade Civil pelo Dano Nuclear”. Disponível em: < <https://revista.direito.ufmg.br/index.php/revista/article/download/926/865> >. Acesso em: 31/08/2022
- HELERBROCK, Rafael. “Acidente de Chernobyl ”. Disponível em: < <https://brasilescola.uol.com.br/historia/chernobyl-acidente-nuclear.htm> >. Acesso em: 31/08/2022
- AMPUDIA, Ricardo. “Entenda o acidente nuclear em Fukushima, no Japão.” Disponível em: < <https://novaescola.org.br/conteudo/261/entenda-o-acidente-nuclear-em-fukushima-no-japao> >. Acesso em: 31/08/2022
- FERREIRA, Rodrigo (2018) “Acidente Nuclear de Fukushima: radiação em alto mar!”. Disponível em: < <https://radioprotecaonapratica.com.br/acidente-nuclear-de-fukushima/> >. Acesso em: 31/08/2022
- PEDROLO, Caroline (2014). “Acidente nuclear em Fukushima”. Disponível em: < <https://www.infoescola.com/quimica/acidente-nuclear-de-fukushima/> >. Acesso em: 31/08/2022
- “Maiores acidentes nucleares da história”. Disponível em: < <http://educacao.globo.com/artigo/maiores-acidentes-nucleares-da-historia.html> >. Acesso em: 31/08/2022
- “Acidentes nucleares e seus impactos no meio ambiente” (2019). Disponível em: < <https://blog.aprovatotal.com.br/acidentes-nucleares-e-seus-impactos-no-meio-ambiente/> >. Acesso em: 31/08/2022



## Estudo e demonstração da conversão de energia sonora em elétrica

Isabela Lovisotto Cristante, Juliana Cappellini Stricagnolo, Marina Aguiar Madeira de Lima, Raphael Alvarenga de Siqueira, Renato Matielo Kubo

Professor(a) orientador(a): Marta Rabello

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Energia sonora é uma forma de energia limpa e uma das mais abundantes na Terra. O objetivo desse estudo era testar um possível procedimento de modo a converter energia sonora em energia elétrica. Nós investigamos se a pressão gerada pela vibração de ondas sonoras de um alto falante estabeleceria uma corrente elétrica em um cristal piezoelettrico capaz de iluminar um LED. Os resultados confirmaram que o LED acendeu intensamente por um limitado período de tempo e não foi capaz de fazê-lo sem ser pressionado manualmente contra a superfície do cone do alto falante, devido à ausência de estruturas específicas para aprimorar a eficiência do experimento. Em resumo, esse tipo de método de conversão é sim possível, mas em uma escala limitada sem o equipamento próprio e investimento, portanto talvez não seja adequado para aplicações em larga escala na vida cotidiana, ou como um sistema de fornecimento de energia amplamente utilizado, como previamente imaginado.

**Palavras-chave:** conversão de energia; energia sonora; tecnologia; fontes de energia; energia limpa.

### Abstract

Sound energy is a clean form of energy and one of the most abundant on Earth. The aim of this study was to test a possible procedure in order to convert sound energy into electric energy. We investigated whether the pressure generated by the vibration of the sound waves from a speaker would establish an electric current in a piezoelectric



crystal capable of lighting a LED. The results confirm that the LED lit up intensely in a limited amount of time and wasn't able to do it without being pressed manually against the surface of the speaker's cone, due to a lack of specific structures to enhance the experiment's efficiency. In summary, this kind of conversion method is indeed possible, but on a limited scale without the proper equipment and investment, thus it may not be suitable for larger applications in everyday life, or as a broadly used energy supply system, as previously imagined.

**Keywords:** energy conversion; sound energy; technology; sources of energy; clean energy

## Introdução

Na sociedade atual, há uma grande demanda em relação a energia elétrica, devido principalmente ao progressivo aumento da automatização da indústria, que atinge potencialmente 50% das atividades de trabalho (MCKINSEY, 2017). Na cidade de São Paulo, por exemplo, durante o ano de 2012, foram consumidos no total 37.569.000.000 kwh (REDE SOCIAL DE CIDADES, 2012). Assim, é necessária uma busca por novas fontes visando tornar a humanidade menos dependente de combustíveis fósseis e modelos não renováveis. A busca pelo melhor aproveitamento da energia fornecida pelo ambiente é indissociável de sua preservação (BARBIR *et al.*, 1990).



Figura 1 - Gráfico representando as matrizes energéticas mais utilizadas a nível mundial



---

A partir da reta final do século XX e ainda mais em primeiro plano no XXI, as formas que a energia pode tomar tornam-se cada vez mais um tópico central no cotidiano, na pesquisa científica e nos processos industriais. Faz-se necessário então uma reflexão e investimento profundo na busca de energia nas suas formas de maior rendimento, eficiência, sustentabilidade e que tragam os menores danos possíveis (WALL, 1986).

Visto isso, torna-se imperativo a busca por novas maneiras de produzir eletricidade que atendam às atuais demandas socioeconômicas e do desenvolvimento sustentável. Este preceito sugere que tanto os aspectos sociais, como os econômicos e ambientais devem ser levados em consideração para que haja de fato avanços tecnológicos e um real lucro (UNESCO).

A poluição sonora é um dos principais problemas crescentes que acometem centros urbanos. Essa se define como o som excessivo propagado através do ambiente que afeta as atividades animais e humanas, sendo geralmente danosos, ultrapassando o limite de volume normal e recomendado. Foi identificada uma ligação entre a exposição prolongada a sons e a prevalência de doenças agudas e crônicas (CAMERON *et al.*, 1972). Efeitos observados em indivíduos variam desde perturbações psicossociais e distúrbios de sono até reações endócrinas e risco cardiovascular (ISING *et al.*, 2004). A fonte de barulho externo é usualmente associada a máquinas, transporte e sistemas de propagação (HOGAN *et al.*, 1973). Com base em todos esses dados, faz-se necessário um sistema que monitore o som ambiente e permita uma regulação da poluição sonora (EZHILARASI *et al.*, 2017). Uma das ideias do projeto é viabilizar a conversão da energia sonora liberada pela poluição sonora em energia elétrica, abastecendo energeticamente grandes cidades.



Figura 2 - Infográfico exemplificando valores de decibel e possíveis causadores de poluição sonora

A disseminação do som ocorre por meio da colisão sucessiva de partículas vibratórias, apenas em meios materiais, isto é, ambientes sem a ocorrência do vácuo. A matéria impactada pelo choque organiza-se em áreas de alta pressão (grande concentração de partículas, “cristas” das ondas) e baixa pressão (presença de poucas moléculas, “vales” das ondas) (DESHPANDE *et al.*, 2020). A distância entre as cristas e vales determina a frequência.

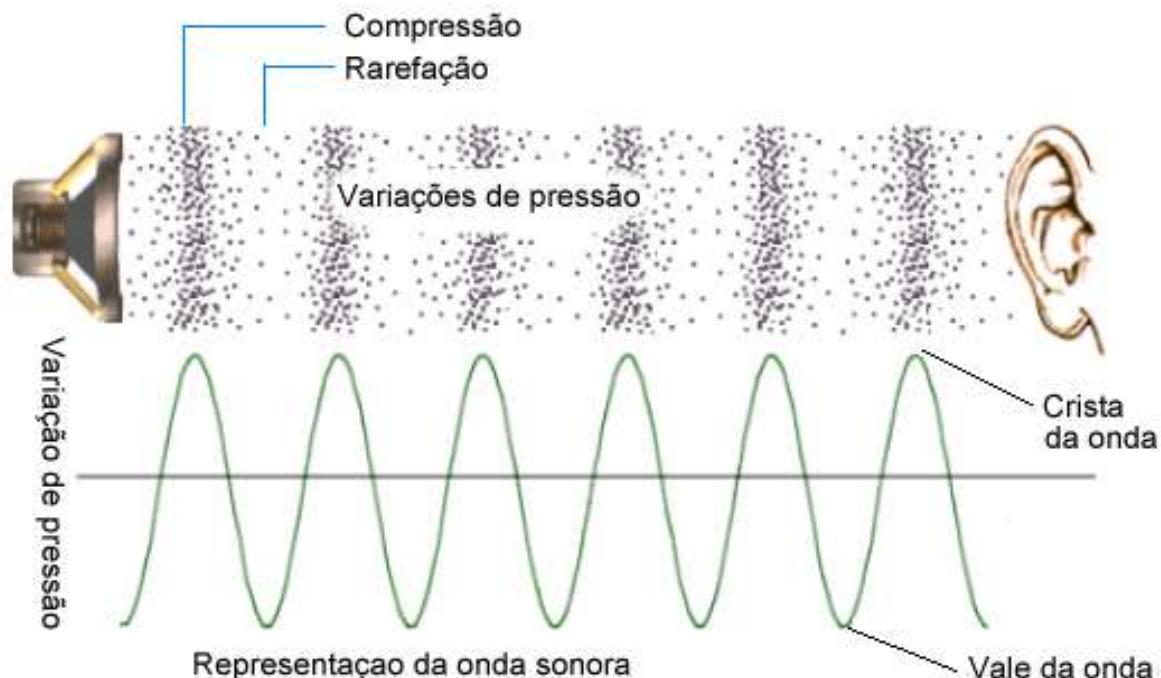


Figura 3 - Representação de uma onda sonora

Essas ondas então chegam à estrutura denominada como “orelha externa”, encaminhadas para o “canal auditivo externo” e chegam ao Tímpano, fazendo-o tremular. Tal movimentação é propagada para o ouvido médio, onde se localizam os três menores ossos do corpo humano, na respectiva ordem: osso martelo, osso bigorna e osso estribo. Estes ossos irradiam as ondas até células localizadas no cérebro responsáveis por interpretar tais distúrbios do meio e convertê-los em informações sensoriais auditivas (NISHIDA et al.).

Considerando o funcionamento de ondas sonoras e a partir da definição física do conceito de energia (potencial inato para efetuar uma ação ou desempenhar trabalho) (ELETROBRAS), é possível inferir que os distúrbios no meio causados pela propagação de ruídos possuem a capacidade de gerar trabalho, a partir da energia cinética “acumulada” em si por conta de sua movimentação, sendo, portanto, possível sua conversão em outros tipos de energia.

Um exemplo da possibilidade de relacionar o som à energia elétrica seria seguindo o modelo de funcionamento do microfone: no seu interior, há um diafragma, o qual permite a passagem do som e é sensível a vibrações sonoras. No microfone de bobina móvel, a bobina é fixada ao diafragma e ligada a um ímã permanente, produtor de um campo magnético na região. A bobina se move conforme a intensidade das ondas sonoras. Uma corrente elétrica é então induzida devido à presença do



campo magnético, seguindo o ritmo das ondas sonoras — as oscilações de corrente elétrica na bobina correspondem às vibrações do som (SILVA). Este efeito pode ser justificado pela Lei de Faraday - lei da indução eletromagnética - a qual consiste na variação do fluxo eletromagnético de um circuito através de uma perturbação que é capaz de conduzir o surgimento de energia elétrica. (HELERBROCK).

Por conseguinte, com fundamento na análise das atuais necessidades humanas em relação a demanda de eletricidade, preservação do meio ambiente e custo de produção, é possível chegar à conclusão de que, caso ondas sonoras pudessem ser convertidas em ondas elétricas, esta seria uma fonte de fácil acesso e em grande disponibilidade no meio, uma vez que onde há registros de atividade humana, há a presença de som (DESHPANDE *et al.*, 2020). É possível converter ondas sonoras provenientes da poluição de ruídos urbanos em eletricidade o suficiente para abastecer uma cidade grande?

## Objetivos

Objetivo geral:

- Encontrar e investigar uma fonte de energia sustentável a partir de recursos poluentes (poluição sonora).

Objetivos específicos:

- Estudar a viabilidade da conversão de ondas sonoras em energia elétrica.
- Analisar a funcionalidade do cristal piezoelétrico na conversão de energia sonora.
- Verificar a usabilidade dessa conversão de energia sonora em energia elétrica.

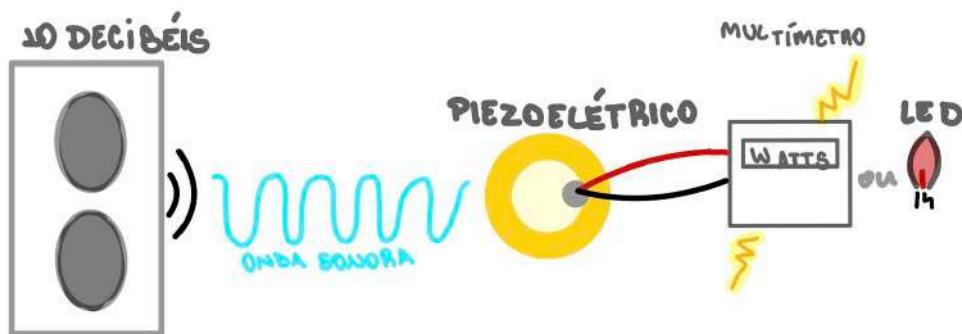
## Materiais e Método

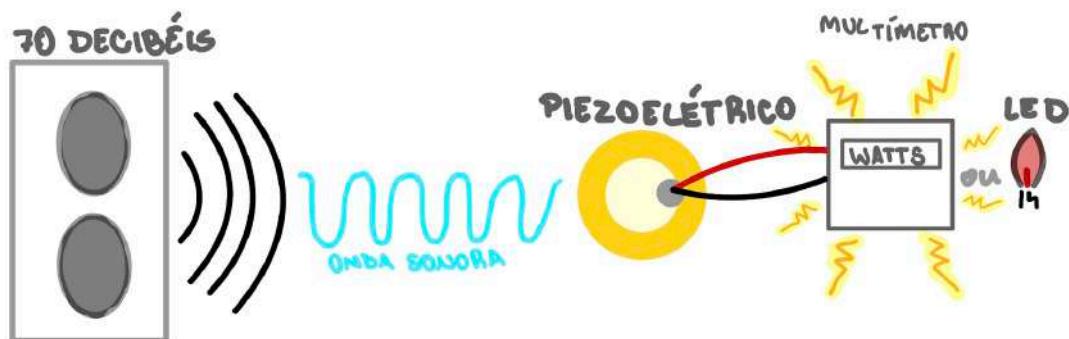
- Decibelímetro (para medir a quantidade de decibéis)
- Frequencímetro (para garantir que os sons emitidos em todos os experimentos estejam na mesma frequência, não influenciando no resultado)
- Alto falante (para emitir o som)
- Multímetro (medidor em watts da energia gerada por cada quantidade de decibéis)
- Cristal piezoelétrico (para converter as perturbações do meio em eletricidade).



- Ambiente com isolamento acústico (isolar o som externo pra que seja captado apenas a energia gerada pela quantidade de decibéis exata predeterminada pelo grupo)
- Lâmpada de LED.

Em um primeiro momento, o experimento foi montado em um ambiente com isolamento acústico, garantindo assim que apenas os decibéis emitidos pelo equipamento utilizado pelo grupo sejam captados no procedimento. Depois, após ordenado o equipamento de som, a uma distância em que as vibrações alcançassem o piezoeletônico, este conectado a uma lâmpada LED e um multímetro, a estrutura de som foi programada para propagar os volumes predeterminados para cada nível, pelo mesmo período de tempo, com o objetivo de observar se, e com qual intensidade o LED acenderia e qual a quantidade de watts medida pelo multímetro, em cada caso.







## Resultados e Discussão

### Primeiras impressões com o piezoelétrico:

Houve uma certa sensibilidade à pressão manual, sendo capaz de acender momentaneamente um LED (não definido). A utilização de vibrações de uma caixa de som teve resultados parciais e inconclusivos. Nenhuma das emissões sonoras testadas foram capazes de acender o LED.

### Problemas técnicos:

- Os resultados obtidos não são equivalentes àqueles de outras pesquisas mais sofisticadas.
- Na utilização dos equipamentos de pesquisa (amplificador, alto falante, gerador de ondas) *não foi possível regular os decibéis*, sendo necessário utilizar um aplicativo de celular.
- A solda prejudicou parcialmente a integridade dos piezoelétricos, retirando um pouco sua tinta condutora.
- Os fios utilizados possuíam mal contato, sendo necessário achar um posicionamento adequado conforme a necessidade.

### Resultados parciais:

#### **Relação entre frequência relativa x intensidade (amplitude) x voltagem obtida:**

Frequência relativa	Amplitude	Tensão (V)
÷10	Alta	1
	Baixa	Instável
x1	Alta	1
	Baixa	1,4-1,7
x10	Alta	Instável, variando em torno de 0.5-0.8
	Baixa	Instável, variando em torno de 0.2-0.5



### Vídeos do experimento:

- <https://youtube.com/shorts/GGrWitgelLK>
- <https://youtube.com/shorts/2YWDCAO8Hqo>

### Resultados:

Após as constatações feitas ao longo das primeiras experimentações, foram construídos diversos modelos diferentes com o intuito de conectar os cristais piezoelétricos. Em testes posteriores, foi possível observar um índice de luminosidade maior emitida pelos LEDs conectados aos piezoelétricos ligados com solda (e não fita isolante, como experimentado em outras tentativas) e dispostos em um circuito paralelo, o que possibilita uma maior amperagem — isto é, um maior fluxo de corrente elétrica.

Além disso, também foi observado que, em algumas ocasiões, ao prender o sistema à caixa de som utilizando fita crepe, quando a frequência era alterada de 10x para 1x, o LED permanecia aceso por determinado período de tempo com iluminação considerável. Entretanto, foi estabelecido que a maneira mais estável de acender a lâmpada era com a frequência 1x e aplicando certa pressão ao centro do piezoelétrico localizado na extremidade mais distante do LED.

Todavia, apesar de ser possível comprovar que as ondas sonoras são passíveis de conversão para a energia elétrica, não foi praticável que o sistema se mantivesse aceso, sem auxílio de pressão externa, por um período que fosse de fato significante. Algumas das



problemáticas enfrentadas foram a fragilidade da conexão entre os piezoelétricos, parte por conta da má qualidade dos fios fornecidos, que se rompiam facilmente quando submetidos à vibrações, juntamente de problemas para descobrir como fixar os cristais piezoelétricos à caixa de som, uma vez que, quando presos por meio da fita-crepe, estavam de certa maneira em repouso em relação às vibrações da caixa, devido ao princípio da inércia.

## Conclusão

Por tanto, o experimento teve um resultado promissor, atingindo parcialmente às expectativas, considerando que com mais tempo e melhores recursos, seria possível a ativação do LED de maneira contínua e intensa.

### Vídeo do LED acendendo:

- <https://youtu.be/27OLghMcWA0>

## Referências

- McKinsey. **A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity.** McKinsey, 2017. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx>>. Acesso em: 18/03/2022.
- A Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis. **Consumo total de eletricidade per capita.** Rede Social de Cidades. Disponível em: <<https://www.redesocialdecidades.org.br/br/SP/sao-paulo/consumo-total-de-eletricidade-per-capita>>. Acesso em: 25/03/2022.
- BARBIR, F.; VEZIROĞLU, T. N.; PLASS JR, H. J. **Environmental damage due to fossil fuels use.** International journal of hydrogen energy, v. 15, n. 10, p. 739-749, 1990. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/036031999090005J>>. Acesso em 25/03/2022.
- WALL, G. **Exergy - a useful concept.** ETDEWEB, 1986. Disponível em: <<https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/6956285>>. Acesso em: 16/03/2022.
- UNESCO. **Sustainable Development.** Disponível em: <<https://en.unesco.org/themes/education-sustainable-development/what-is-esd/sd>>. Acesso em: 23/03/2022.



- CAMERON, P.; ROBERTSON, D.; ZAKS, J. **Sound pollution, noise pollution, and health: Community parameters.** APA PsycNet, 1972. Disponível em: <<https://psycnet.apa.org/record/1972-10662-001>>. Acesso em 25/03/2022.
- ISING, H.; KRUPPA, B. **Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years.** Noise & Health, 2004. Disponível em: <<https://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2004;volume=6;issue=22;spage=5;epage=13;aulast=Ising>>. Acesso em 25/03/2022.
- HOGAN, C.M.; LATSHAW, G.L. **The relationship between highway planning and urban noise.** National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 1973. Disponível em: <<https://trid.trb.org/view/140472>>. Acesso em: 25/03/2022.
- EZHILARASI, L.; SRIPRINGA, K.; SUGANYA, A.; VINODHINI, K. **A System for Monitoring Air and Sound Pollution Using Arduino Controller with IOT Technology.** International Research Journal in Advanced Engineering and Technology (IRJAET), 2017. Disponível em: <<http://www.irjaet.com/Volume3-Issue-2/paper18.pdf>>. Acesso em 25/03/2022.
- DESHPANDE, S.; SAJJAN, S.C.; PUJAR, H. **System to Transform Sound Energy into Electricity.** 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Sharanabasappa-Sajjan/publication/339286218\\_EasyChair\\_Preprint\\_System\\_to\\_Transform\\_Sound\\_Energy\\_into\\_Electricity\\_SYSTEM\\_TO\\_TRANSFORM\\_SOUND\\_ENERGY\\_INTO\\_ELECTRICITY\\_FOR\\_PROCEEDINGS\\_ON\\_ICNNEE2019/links/5e47d912299bf1cdb92bce29/EasyChair-Preprint-System-to-Transform-Sound-Energy-into-Electricity-SYSTEM-TO-TRANSFORM-SOUND-ENERGY-INTO-ELECTRICITY-FOR-PROCEEDINGS-ON-ICNNEE2019.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sharanabasappa-Sajjan/publication/339286218_EasyChair_Preprint_System_to_Transform_Sound_Energy_into_Electricity_SYSTEM_TO_TRANSFORM_SOUND_ENERGY_INTO_ELECTRICITY_FOR_PROCEEDINGS_ON_ICNNEE2019/links/5e47d912299bf1cdb92bce29/EasyChair-Preprint-System-to-Transform-Sound-Energy-into-Electricity-SYSTEM-TO-TRANSFORM-SOUND-ENERGY-INTO-ELECTRICITY-FOR-PROCEEDINGS-ON-ICNNEE2019.pdf)>. Acesso em: 04/03/2022.
- NISHIDA, S.; WEBER, S.; OLIVEIRA, F.; TROLL, J. **Sentido da Audição.** Instituto de Biociências de Botucatu. Disponível em: <[https://www2.ibb.unesp.br/nadi/Museu2\\_qualidade/Museu2\\_corpo\\_humano/Museu2\\_como\\_funciona/Museu\\_homem\\_nervoso/Museu2\\_homem\\_nervoso\\_audicao/Museu2\\_homem\\_nervoso\\_audicao.htm](https://www2.ibb.unesp.br/nadi/Museu2_qualidade/Museu2_corpo_humano/Museu2_como_funciona/Museu_homem_nervoso/Museu2_homem_nervoso_audicao/Museu2_homem_nervoso_audicao.htm)>. Acesso em: 25/03/2022.
- Eletrobras. **O que é Energia.** Eletronuclear. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/Espaco-do-Conhecimento/Paginas/O-que-e-Energia.aspx>>. Acesso em: 25/03/2022.
- SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Microfone.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/microfone.htm>>. Acesso em 29/04/2022.
- HELERBROCK, Rafael. **Lei de Faraday.** Mundo Educação. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/amp/fisica/lei-faraday.htm>>. Acesso em 29/04/2022.



- **Figura 1** - <https://www.investe.sp.gov.br/setores-de-negocios/economia-verde/energias-renovaveis/>
- **Figura 2** - <https://hearinghealthfoundation.org/keeplistening/decibels>
- **Figura 3** - [https://www.researchgate.net/figure/Figura-01-Representacao-de-uma-onda-sonora\\_fig1\\_353001819](https://www.researchgate.net/figure/Figura-01-Representacao-de-uma-onda-sonora_fig1_353001819)



## INFRAESTRUTURA

São necessárias condições mínimas de transporte, de materiais, de insumos básicos, tanto para habitar a Terra de maneira digna quanto para colonizar Marte e, inclusive, para viajar até lá! Esta é a nossa infra trilha! Vamos lá!



## YOUmidade: desenvolvimento de um aplicativo para mensurar a umidade

Beatriz Mayumi Anraku, Heloisa Fazzio Badin, Isa Suemoto Zoriki

Professoras orientadoras: Lucianne Leigue dos Santos e Maria Fernanda Moreira

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

A umidade do ar é um fator importante na saúde humana que geralmente não é levado em consideração. Este estudo tem como objetivo criar um dispositivo que possa medir a umidade do ar e exibir as informações coletadas em um aplicativo iOS, e testá-lo em diferentes locais. O protótipo foi construído principalmente com um chip ESP32 e um sensor DHT22. Após a montagem do dispositivo, ele foi codificado para ler as informações coletadas pelo sensor e escrevê-las em uma propriedade Core Bluetooth (BLE), para que pudessem ser exibidas no programa iOS. A umidade do ar do ambiente é exibida em tempo real. Após essa etapa, o aplicativo foi testado em diferentes locais. Os resultados confirmaram que o dispositivo e o aplicativo funcionaram corretamente. Em conclusão, alcançamos com sucesso os objetivos do estudo, pois conseguimos desenvolver e validar um protótipo que pode medir a umidade do ar e exibir as informações em um aplicativo iOS.

**Palavras-chave:** umidade do ar; saúde; protótipo; aplicativo; medir.

### Abstract

Air humidity is an important factor in human health that is usually not taken into consideration. This study aims to create a device that can measure the air humidity and display the information gathered on an iOS app, and test it out in different locations. The prototype was primarily built with an ESP32 chip and a DHT22 sensor. After the gadget was assembled, it was coded to read the information collected by the sensor and write it in a Core Bluetooth (BLE) propriety, so that it could be displayed on



the iOS program. The air humidity of the environment is displayed in real-time. After this step, the app was tested in different locations. The results confirmed that the device and the app worked properly. In conclusion, we successfully achieved the study aims, since we were able to develop and validate a gadget that can measure air humidity and run as an iOS app.

**Keywords:** air humidity; health; prototype; app; measure.

## Introdução

A umidade do ar é um elemento climático que consiste na quantidade de gotículas de água no estado gasoso presente na atmosfera e é extremamente importante na vida cotidiana, apesar de muitas vezes passar despercebida. Esse agente, tem influência direta com a temperatura, sensação térmica e precipitação de um determinado local, e ambos os seus extremos podem ser prejudiciais à saúde dos seres vivos.

Partindo de um ponto de vista físico-químico, a umidade do ar se refere a quantidade de água presente no ar, expressa pela grandeza umidade relativa (UR), que é a razão entre a densidade de vapor presente no ar e a densidade do vapor de água saturado. A saturação é ponto do limite de absorção do ar, portanto níveis acima desse ponto, a água é precipitada em forma de neblina ou vapor e abaixo, a água não se discerne do ar. Quanto maior a UR, maior a umidade do ar. (ETEC, s.d.)



Figura 1: Mapa da distribuição de



umidade no Brasil (THE WEATHER CHANNEL, 2012)



Há diversas maneiras de medir a umidade do ar, entre elas, a mais comum é o higrômetro, que mede a umidade do ar por meio de sais de lítio, uma substância capaz de apresentar uma variação da eletronegatividade quando a água presente no ar é absorvida (INSTRUTEMP, 2019). Outro método de medição é por meio de um sensor que contém um microcontrolador que apresenta os dados do ar digitalmente. Em geral, os higrômetros elétricos têm uma margem de erro de 1% a 3%.

Segundo o Ministério da Saúde (UOL, 2018) a baixa umidade do ar afeta diretamente nossa hidratação dificultando todo o funcionamento do nosso organismo, uma vez que a água é fundamental para todas as células do corpo, visto que regula nossa temperatura e funcionamento dos órgãos, elimina toxinas, além de transportar nutrientes e lubrificar as mucosas.

No caso de um ar muito seco, ocorre a desidratação, que desencadeia o ressecamento e inflamação das mucosas das vias aéreas, peles e olhos, agravando asma, rinite, sinusite, sangramentos nasais e dificultando a respiração (HCOR, 2020). Além disso, há o aumento da eletricidade estática entre pessoas e até mesmo aparelhos eletrônicos e, consequentemente, o aumento das chances de incêndios naturais (CGESP, s.d.). Já no caso contrário, com muita umidade, há diminuição na fotossíntese e produção de frutos das plantas (EMBRAPA, 2010) e o local analisado se torna acessível a ácaros, fungos e bactérias, podendo danificar alimentos, móveis e roupas, além de causar mal cheiro e desencadear crises respiratórias (TERMOMATIC, 2020?).



Figura 2: Umidade Ideal (TERMOMATIC, s.d.)



Em locais com baixa umidade, o suor evapora mais rapidamente, facilitando o refrescamento através da diminuição da temperatura, enquanto, por outro lado, quando a umidade relativa é alta, esse processo se torna mais difícil, causando um certo desconforto já que não há resfriamento sensível. Sendo assim, para o homem é mais agradável estar em ambientes que tenham umidade baixa, mesmo considerando os problemas relacionados à saúde que podem acompanhar tal condição (ETEC, s.d.), e, justamente por conta dessa falsa comodidade, é preciso estar sempre atento às condições do ar.

De acordo com a OMS, a umidade adequada do ar deve ser entre 50 e 60%. Quando o nível se encontra abaixo dessa faixa, considera-se estado de alerta e é recomendado que sejam evitadas atividades ao ar livre até que a condição apropriada se restabeleça (FOLHA DE SÃO PAULO, 2021), uma vez que o tempo seco dificulta a dispersão dos gases poluentes, podendo agravar seus efeitos.

Os humanos não possuem a capacidade de perceber a umidade relativa do ar de uma forma precisa e direta (PFLUGER *et al.*, 2013). Com isso em mente, é importante entender os efeitos negativos que a umidade inadequada do ar pode provocar.

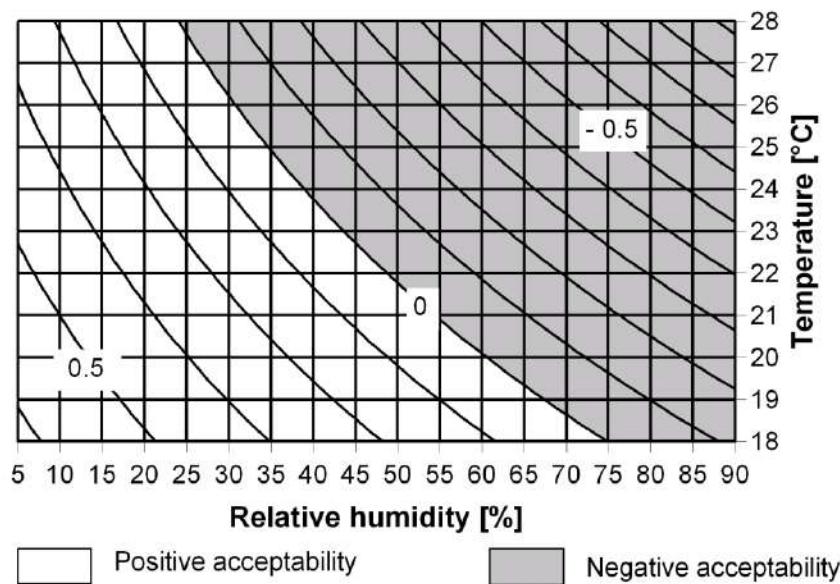


Figura 3: Tolerância da qualidade do ar (PASSIPEDIA, 2013)

O conforto térmico tem uma ligação direta com a umidade relativa do ar. A qualidade do ar é julgada como pior a partir do aumento da umidade e da temperatura



(FANG *et al.*, 1998). Em outras palavras, a umidade do ar contribui de forma direta a sensação térmica, alterando a percepção da temperatura do ar.

Uma das primeiras constatações feitas por pessoas, depois de um longo período exposto ao ar seco, é o incômodo causado pela irritação nos olhos (PFLUGER *et al.*, 2013). Essa irritação ocorre devido à baixa umidade, quebrando o filme lacrimal, o qual possui a função de lubrificar e umidificar os olhos, além de realizar uma função purificadora, removendo os poluentes presentes no cotidiano. Possuir um filme lacrimal saudável é importante para a qualidade óptica do olho, para o mecanismo de defesa antimicrobiana da córnea e para a nutrição, assim prevenindo deficiências e doenças (MARKOVIC *et al.*, 2009).

A alta exposição da pele em ambientes de baixa umidade tende a deixá-la mais seca, frágil e craquelada, além de poder intensificar doenças crônicas da pele, como dermatite atópica e psoríase. Isso ocorre porque uma barreira de pele enfraquecida e geneticamente predisposta poderia facilitar a penetração de alérgenos e aumentar o risco de inflamação atópica da pele (FANG *et al.*, 1998).

A umidade do ar, como já citado, possui efeitos negativos em relação à área da otorrinolaringologia, sendo o principal o ressecamento das mucosas, o tecido que protege as vias respiratórias, isso deixa o corpo humano mais suscetível a entrada de microrganismos, além de aumentar o contato com a poluição (HCOR, 2020). Pessoas com doenças crônicas, como sinusite, rinite, asma ou doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), possuem a tendência de piorar durante períodos secos.

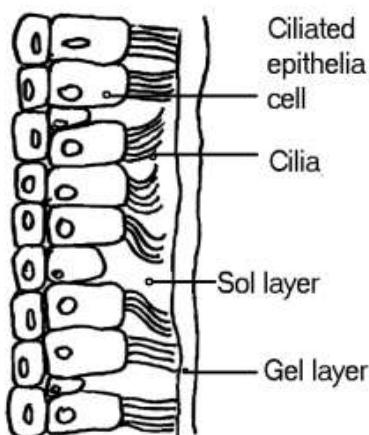


Figura 4: Princípio do sistema de transporte mucociliar (PASSIPEDIA, 2013)

O uso de materiais como asfalto e a falta de arborização, típicos em áreas urbanas, são capazes de acelerar a evaporação da água da chuva que fica retida no



solo, tendo como consequências temperaturas mais altas e umidade mais baixa. Além de influenciar vários dos fatores do ar, a umidade também é influenciada pela topografia, a vegetação, a densidade urbana, entre outros (CUADRAT et al., 2015).

Considerando que 84,3% da população brasileira vive em áreas urbanas (PNAD et al., 2015), que são mais secas que os subúrbios (CUADRAT et al., 2015), os problemas causados pela pouca quantidade de água no ar afetam diretamente a vida de grande parte dos cidadãos, que muitas vezes nem têm conhecimento da situação. Portanto, a justificativa para o trabalho é que, é preciso que haja uma maior conscientização sobre os problemas que a umidade do ar pode trazer, seja a alta ou baixa.

Diante de tantos problemas apresentados relacionados à umidade, o grupo pôde perceber a importância de saber a umidade do ar, e por isso pode-se formular a seguinte pergunta do trabalho: Se for desenvolvido um dispositivo capaz de medir a umidade do ar, então esse fator poderá ser verificado em diferentes locais.

## Objetivos

Os objetivos do projeto, foram criar um dispositivo capaz de medir a umidade do ar por meio de um aplicativo informativo e testar o funcionamento do protótipo em diferentes locais.

## Materiais e Método

Para o protótipo foi utilizado chip ESP32, uma protoboard, 6 fios jumpers Macho-Macho, um sensor DHT22, um resistor ( $220\Omega$ ), um cabo USB, um carregador portátil e um celular.

Primeiramente foi feita a montagem do protótipo em si, sendo usado um ESP32, um chip microcontrolador com Wi-Fi e Bluetooth integrado, o qual foi inserido na protoboard, em seguida foi colocado o sensor DHT22 e os seis fios jumpers Macho-Macho em números correspondentes a suas respectivas portas, também foi colocado um resistor na protoboard.

Após a montagem foi realizada a programação do chip utilizando a linguagem C/C + +, nessa etapa o chip foi programado para ler a temperatura do sensor DHT22 e escrevê-la em uma propriedade Core Bluetooth (BLE).



Em seguida foi feita a programação do aplicativo para ler a propriedade BLE e mostrar ela na tela do celular, ela foi realizada com o XCode, um conjunto completo de ferramentas para desenvolvedores para a criação de apps para Mac, iPhone, iPad, Apple Watch e Apple TV, onde foi utilizada a linguagem Swift.

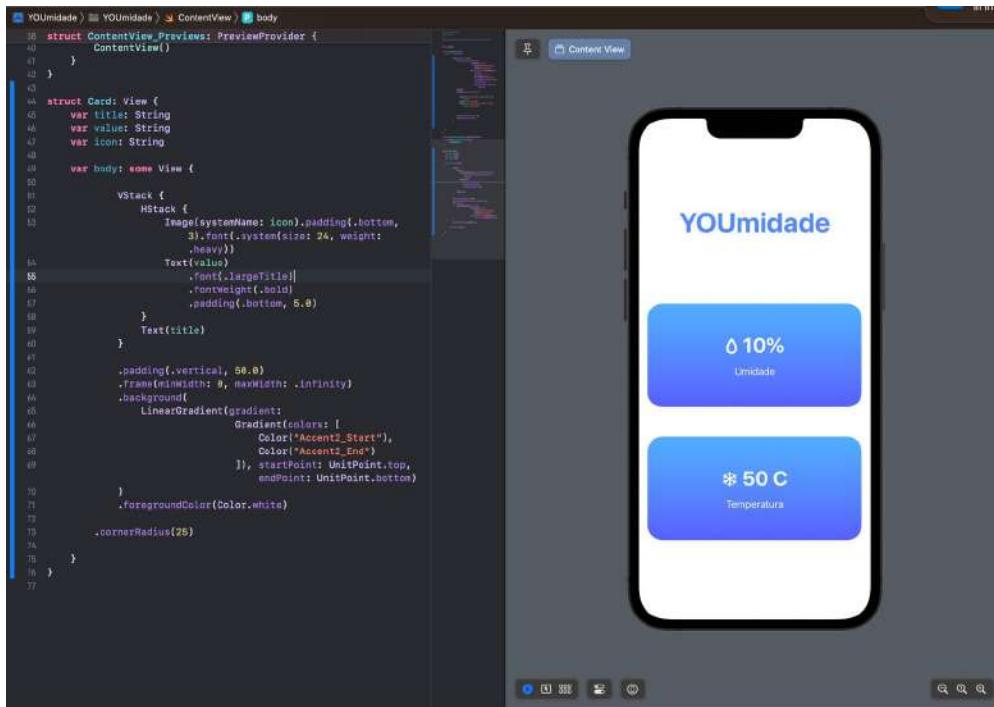


Figura 5: interface do XCode

A interface do aplicativo consiste em uma tela com o nome do projeto/aplicativo, YOUMidade, um botão para conectar com o protótipo, e dois blocos, os quais servem para mostrar a umidade e a temperatura medidas na hora pelo protótipo, além disso ele possui dois modos, o noturno e o diurno, mudando a cor do fundo para escuro e claro respectivamente. Também foi pensado no aspecto estético do aplicativo, com uma paleta cores que consistem em diferentes tipos de azul, preto e branco, e em um logo, feito no Procreate, o qual é uma gota d'água com um símbolo de porcentagem para representar a umidade.

#### Teste do protótipo:

O teste foi realizado em 3 ambientes diferentes e um controle. Todos com 3 repetições.

Para o controle foi utilizado, em uma superfície plana, o sensor com o umidificador. O umidificador foi ligado e tudo foi coberto por uma caixa. Ao esperar



30 segundos a umidade foi medida. Após a medição a caixa foi retirada, foi esperado 1 minuto e repetido todo o processo mais duas vezes.



Figura 6: teste na caixa com umidificador

Em seguida foi feito o teste na caixa sem o umidificador. Foi colocada a caixa sobre o medidor, esperado 1 minuto e medida a umidade 3 vezes consecutivas.

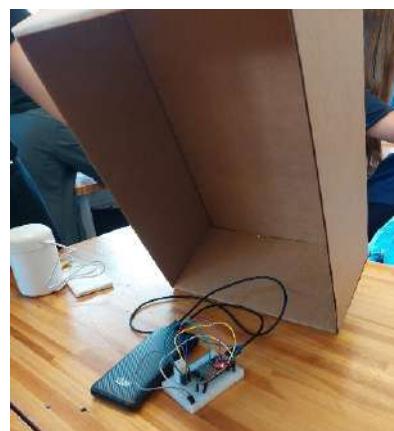


Figura 7: teste sem o umidificador

Os outros lugares testados foram o pátio (local aberto), uma sala com ar-condicionado e o banheiro (também tinha ar-condicionado). Em todos esses testes, o protótipo foi colocado em uma superfície plana por 3 minutos e a umidade foi medida 3 vezes consecutivas.



## Resultados e Discussão

O protótipo tinha como objetivo medir a umidade do ar, e de fato, esse objetivo foi cumprido. Foi possível desenvolver o aplicativo que mostra a umidade do ar por meio do sensor DHT22.

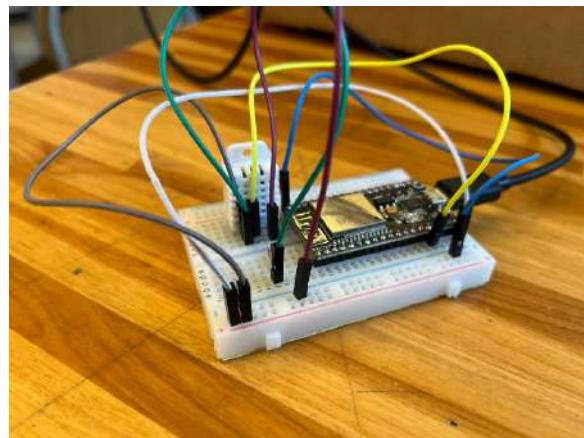


Figura 8: Placa com o sensor



Figura 9: Interface do aplicativo no

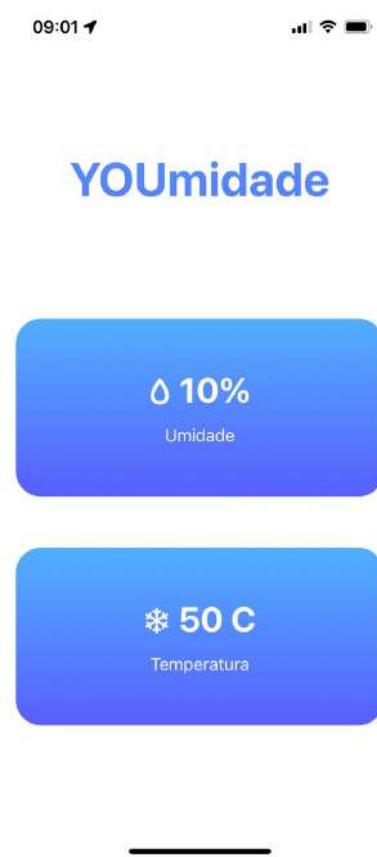


Figura10: Interface do aplicativo



no modo escuro



no modo claro

Figura 11: Logo do aplicativo

A tabela a seguir mostra dos testes feitos com o protótipo.

Tabela 1: Testes realizados com o protótipo\*

Repetições	Controle	Caixa	Pátio	Sala	Banheiro
1	99,90%	65,70%	52,10%	51,40%	64,40%
2	99,90%	68,50%	51,90%	52,40%	67,30%
3	99,90%	69,00%	52,00%	51,80%	67,40%
<b>média</b>	<b>99,90%</b>	<b>67,73%</b>	<b>52,00%</b>	<b>51,86%</b>	<b>63,36%</b>

\*Resultados em UR%

Os testes foram feitos no mesmo dia (31/8) em um intervalo de tempo de 1 hora e 30 minutos. A temperatura média durante os testes foi de 21°C. Também importante ressaltar que o sensor tem uma margem de erro de 5%.

Analizando a tabela é possível observar que o ambiente mais úmido foi o controle. A umidade no local estava mais alta do que medido, considerando que 99,90% é o valor máximo de umidade de ar lido pelo sensor. Ao comparar a umidade da caixa sem e com o umidificador, foi possível observar a que o sensor pode captar a mudança da umidade com êxito.

Enquanto isso, o resultado que apresenta, em média, a menor umidade foi o da sala. Esse fato deve estar relacionado ao ar-condicionado presente na sala, visto que a base do funcionamento desse aparelho tem consequência a diminuição da umidade do ar. (MAIA, A. et al., 2018).

Sobre o teste do banheiro, apesar de ser o que tem a maior umidade depois do controle, era esperado uma umidade maior, considerando que o uso de um chuveiro gera vapor. Porém foi notado que havia a presença de um ar-condicionado, o que explica esse resultado.



Em geral o grupo esperava poder ver uma mudança mais expressiva da umidade nos diferentes locais, mas há vários fatores que poderiam ter influenciado esse resultado. Um deles é a presença de ar-condicionado, o que pode significar que a maioria dos locais tinham condições parecidas. Outra é a época do ano (Agosto), já que diferentes estações do ano tendem a ter umidades diferentes. (SOUSA, G *et al.*, 2009). Em condições ideais o protótipo poderia ter sido testado em outras condições.

Outro fator que poderia ter sido explorado era a compactação do protótipo. Em um projeto apresentado na 3rd International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid, foi realizado um medidor similar ao desenvolvido, já que parecia um aplicativo e um sensor de umidade. Como foi desenvolvido utilizando um microcontrolador STM32L100RCT7 e o sensor DHT11 (ADIONO, T *et al.*, 2018), o protótipo é compacto e também foi desenvolvida uma caixa. O próximo passo para o YOUMidade pode, similarmente, ser uma capa protetora e uma maneira de compactar o aparelho para possivelmente melhorar o uso no cotidiano do projeto desenvolvido.

## Conclusão

Em conclusão, considera-se que o experimento atingiu êxito, uma vez que foi possível criar um dispositivo capaz de medir a umidade do ar e um aplicativo informativo. Não só isso, mas a hipótese de que se fosse desenvolvido um dispositivo capaz de medir a umidade do ar, esse fator poderia ser verificado em diferentes locais pode ser confirmada, levando em consideração os resultados obtidos com a testagem do protótipo em 3 diferentes locais e no controle. Devido a importância da umidade, as diferenças de resultados entre os ambientes e tendo como base a pesquisa teórica a respeito da influência da umidade no cotidiano, conclui-se que o experimento é extremamente relevante para a melhora das condições e qualidade de vida.

## Referências

Texto:

- ADIONO, T; FATHANY, M; FUADA, S; PURWANDA, I; ANINDYA, A. **A Portable Node of Humidity and Temperature Sensor for Indoor Environment Monitoring.** School of Electrical Engineering and Informatic, Institut Teknologi, 2018. Disponível em:



- <[https://www.researchgate.net/publication/323225135\\_A\\_Portable\\_Node\\_of\\_Humidity\\_and\\_Temperature\\_Sensor\\_for\\_Indoor\\_Environment\\_Monitoring](https://www.researchgate.net/publication/323225135_A_Portable_Node_of_Humidity_and_Temperature_Sensor_for_Indoor_Environment_Monitoring)>. Acesso em 31/8/2022
- CGESP. **Umidade relativa do ar - CGE**, s.d. Disponível em: <[https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp#:~:text=A%20umidade%20do%20ar%20%C3%A9,a%20temperatura%20diminui%20\(orvalho\)](https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp#:~:text=A%20umidade%20do%20ar%20%C3%A9,a%20temperatura%20diminui%20(orvalho))> Acesso em 25 mar. 2022
  - CUADRAT, J.M.; VICENTE-SERRANO, S; SAZ, M.A. **Influence of different factors on relative air humidity in Zaragoza, Spain**. frontiers in Earth Science, 2015. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2015.00010/full>>. Acesso em: 21 mar. 2022.
  - ETEC. **O que é umidade**. Disponível em: <<https://www.umidade.net.br/interna.php?cod=116490>>. Acesso em: 21 mar. 2022.
  - FANG, L.; CLAUSEN, G.; FANGER, PO;. **Impact of temperature and humidity on the perception of indoor air quality**, 1998, Indoor Air, 8, 80-90.
  - FOLHA DE SÃO PAULO. **Umidade do ar cai a 19% em SP e segue baixa ao longo da semana; veja cuidados**, 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2021/08/estado-de-sp-registra-tempo-seco-nos-proximos-dias-veja-como-se-protecter.shtml>>. Acesso em 25 mar. 2022.
  - HCOR. **TEMPO SECO AUMENTA O RISCO CARDÍACO E POTENCIALIZA DOENÇAS RESPIRATÓRIAS**, 2020. Disponível em: <<https://www.hcor.com.br/imprensa/noticias/tempo-seco-aumenta-o-risco-cardiaco-e-potencializa-doencas-respiratorias/>> Acesso em 25 mar. 2022.
  - INSTRUTEMP. **Termo-higrômetro: o que é e para que serve?**, 2019. Disponível em: <<https://instrutemp.com.br/termohigrometro-o-que-e-e-para-que-serve/termohigrometro-digital/>>. Acesso em 22 mar. 2022.
  - MAIA, A. ANA P. NOWACZYKI, L. LARISSA P. FERNANDES, LEONARDO R. VARGAS, RICHARD G. CORNELIUS UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA. **Construção de um umidificador de ar para operar em conjunto com ar condicionado**. UNIPAMPA, 2018. Disponível em: <[https://eventos.unipampa.edu.br/sciprot/files/2018/08/sciprot\\_2018\\_paper\\_3.pdf](https://eventos.unipampa.edu.br/sciprot/files/2018/08/sciprot_2018_paper_3.pdf)>. Acesso em 31 ago. 2022.
  - MARKOVIC, O.; CERNAK, M.; BILEK, J.; NEPP, J. **Sicca-Syndrom: „Anamnese und Grundlagen der Therapie“**, J. Miner. Stoffwechs., 2009, 16(2), 67-71.
  - PNAD, 2015. **Conheça o Brasil -**



- **POPULAÇÃO RURAL E URBANA,** Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em 25 mar. 2022.
- PFLUGER, R.; FEIST, W.; TIETJEN, A.; NEHER, A. **Physiological impairments of individuals at low indoor air humidity.** Passipedia, 2013. Disponível em: <[https://passipedia.org/passipedia\\_en/\\_media/picopen/low\\_humidity.pdf](https://passipedia.org/passipedia_en/_media/picopen/low_humidity.pdf)>. Acesso em: 16/03/2022
- SOUSA, G; SOBRINHO; J. BOAS, M; OLIVEIRA, G; PEREIRA, V; OLIVEIRA, I. Análise do comportamento da umidade relativa do ar em diferentes locais da cidade de Mossoró-rn no outono e na primavera. UFERSA, 2009. Disponível em: <<http://sbagro.org/files/biblioteca/2248.pdf>>. Acesso em 2/9/2022
- TEIXEIRA, A.H.C.; MOURA, M.S.B.; ANGELOTTI, F.. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica.** EMBRAPA, 2010. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva\\_de\\_mesa/arvore/CONT000gn4xwwj\\_m02wx5ok0liq1mqhlnkv04.html#:~:text=A%20umidade%20relativa%20do%20ar,e%20fa,vorecem%20uma%20maior%20longevidade](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_de_mesa/arvore/CONT000gn4xwwj_m02wx5ok0liq1mqhlnkv04.html#:~:text=A%20umidade%20relativa%20do%20ar,e%20fa,vorecem%20uma%20maior%20longevidade)>. Acesso em 25 mar. 2022.
- THERMOMATIC. **O que é umidade?**, s.d. Disponível em: <<https://www.thermomatic.com.br/duvidas-frequentes/o-que-e-umidade.html>>. Acesso em 25 mar. 2022.
- THERMOMATIC. **Qual é o percentual de umidade na minha cidade? Qual é a umidade ideal?**, s.d. Disponível em: <<https://www.thermomatic.com.br/duvidas-frequentes/a-umidade-num-pais-quente-fica-perto-do-ideal-ou-muito-longe-disso-quais-as-consequencias-disso.html>>. Acesso em 25 mar. 2022.
- UOL. **Por que a umidade do ar afeta nosso organismo?**. 2018. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2018/07/07/como-a-baixa-umidade-do-ar-afeta-a-saude-veja-como-se-protoger-dos-efeitos.htm?cmpid=copiaecola>>. Acesso em 27 abr. 2022

Figuras:

- Figura 1: **Umidade Ideal.** Thermomatic. Disponível em: <<https://www.thermomatic.com.br/fique-por-dentro/umidade.html>> Acesso em: 22 mar. 2022.
- Figura 2: **Tolerância da qualidade do ar interior.** Passipedia, 2013. Disponível em: <[https://passipedia.org/passipedia\\_en/\\_media/picopen/low\\_humidity.pdf](https://passipedia.org/passipedia_en/_media/picopen/low_humidity.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2022.



- Figura 3: **Princípio do sistema de transporte mucociliar.** Passipedia, 2013. Disponível em: <[https://passipedia.org/passipedia\\_en/\\_media/picopen/low\\_humidity.pdf](https://passipedia.org/passipedia_en/_media/picopen/low_humidity.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- Figura 4: **Mapa da distribuição de umidade no Brasil.** The Weather Channel. Disponível em: <<https://www.umidade.net.br/interna.php?cod=116490>>. Acesso em: 22 mar. 2022.



## Sensores para prever rompimento de barragens

Enrico Giannini 7, Matheus Pereira 30, Paola Mazzari 31, Pietro Bernicchi 32. 2C

Professor(a) orientador(a): Fernanda Sodre e Mariane Cavalheiro

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Com diversas tragédias, mortes e desabamentos, as barragens rompidas são muito prejudiciais as pessoas, já que suas vidas são colocadas em risco. Devido a isso, pesquisadores e cientistas estão procurando novas alternativas, entre elas um possível sensor que irá alertar quando a barragem estiver prestes a se romper. No entanto, existem alguns obstáculos que impedem essa possibilidade, como a falta de equipamentos e tempo. Considerando os obstáculos e objetivos, estamos produzindo sensores, que através de condutivímetros irá nos alertar conforme a barragem encher, até seu desabamento. Esse processo foi repetido três vezes, em um aquário, com barragens improvisadas e lâmpadas que acendem quando a água passa de barragem. Em resumo, o projeto parece estar fluindo muito bem, já que testamos diversas vezes com sucesso.

**Palavras-chave:** Barragem, condutivímetro, alertar e lâmpadas.

### Abstract

The dams are artificial obstacles built in water courses with the purpose of retaining water, any liquid, tailings, or debris. The dam works as a barrier, where the tailings are deposited. As the tailings are deposited, the solid part settles to the bottom of the dam. The decanted water at the top is then drained and treated, with some being reused in the mining process and the rest returned to the environment. However, dams have a big problem, which is their collapse when they reach their maximum limit. Therefore, we created a project with the aim of ensuring more safety to the surrounding citizens, alerting the level of damage, and when the dam becomes a risk for everyone around.



For our project, we used an aquarium, where we installed a conductivimetro with lamps, which alert us as the volume of water increases, so that we can know when the dam is full and about to collapse. The results showed that as the water level increases, each lamp lights up and shows where the water is, making it easier to assess when the dam is in danger. Therefore, our work aims to predict these dam collapses, which gives us the perception that many tragedies could have been avoided.

**Keywords:** dams; collapses; project; safety; damage

## Introdução

No mundo atual problemas envolvendo rompimentos de barragens vêm se tornando cada vez mais frequentes e intensos. O rompimento destas barragens vem trazendo diversos malefícios as pessoas e ao meio ambiente, como por exemplo, a morte de pessoas, infecção na água, e afeta a longo prazo as construções de moradias, alagamentos, etc ... Por isso, desde o ano passado temos trabalhado em um tipo de sensor para avisar e prever o rompimento destas barragens. (Paola,2020)

Por diversas vezes o ser humano e a natureza vem sendo afetados pelos rompimentos destas barragens, como por exemplo em brumadinho, onde 272 pessoas morreram e os aspectos naturais do local estão defasados até os dias de hoje. E devido a falta de estrutura, até hoje Brumadinho está em condições precárias, e por isto é de extrema importância uma solução para este problema. (Paola,2020)

Após muitas pesquisas, foi descoberto um método viável para prever os rompimentos e alertar as pessoas para que possam se prevenir. Esta técnica de prevenção consiste em um sensor que através de rachaduras e tremores, avisa se a barragem está próxima de despencar, e isto permite que as pessoas evacuem a área que irá ser afetada, para que não ocorra uma grande tragédia. Este sensor irá salvar diversas vidas e possibilitará que as pessoas se preparem para a tragédia que estará prestes à acontecer.

Devido à abundância de tecnologias na terra, a construção deste sensor não seria um problema se não fosse pelo alto preço dos materiais necessários, porém esta invenção é algo revolucionário, que além de salvar diversas vidas, irá ajudar muito o meio ambiente.



Porém, um outro ponto que deve ser estudado é como iremos fazer para isolar as populações que moram perto das barragens, já que terão que deixar seus pertences e muitas vezes não tem dinheiro para comprar outras casas, principalmente pensando que as pessoas que moram nestas regiões não tem muito dinheiro. (Marco,2016)

#### Exemplo de radar

Para realizar o trabalho foram realizadas diversas pesquisas, sobre assunto, e descobrimos que já existem muitas pesquisas sobre o assunto, como por exemplo uma pesquisa realizada pela "resarchgate", [Jardini,2016], onde o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento e a adequação de sensores para aplicação no monitoramento da segurança de barragens e a instalação de um sistema piloto. No piloto gerado, foram um total de 24 sensores nos instrumentos da barragem. Os sensores desenvolvidos e adaptados nos instrumentos têm seu princípio de funcionamento baseado em tecnologia óptica, ultra-sônica, piezoresistiva, capacitiva e pio automatizado. Os instrumentos foram escolhidos pela CESP de acordo com o critério de importância para acompanhamento da segurança da barragem. Foi implementada uma arquitetura de rede para coleta de dados dos sensores de acordo com a peculiaridade e o local de instalação de cada sensor. Também foi desenvolvido um software de processamento dos dados coletados pelos sensores e disponibilizados através de um servidor. (LOPES, 2016; FREITAS, 2016; PIRES 2003).



Figura 1 Radar utilizado no experimento da resarchgate citado acima

O trabalho de (Fonseca,2019), dizia que as barragens traziam risco de colapso do corpo da barragem causando danos às áreas a jusante da barragem. Portanto, estudos de rompimento de barragens que forneceram mapeamento de áreas potencialmente atingíveis em caso de rompimento são especialmente importantes para o planejamento de ações que visem à minimização das perdas associadas. O estudo se concentra, principalmente, na comparação dos efeitos sobre os mapas de inundação simulados causados pelo uso de diferentes representações do relevo topográfico a jusante da barragem. As simulações foram realizadas utilizando o software HEC-RAS, desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano, considerando a hipótese de forte influência do relevo nos resultados do mapeamento de inundações. Os resultados mostraram melhor aderência às simulações usando dados do ALS. Isso foi verificado por análise visual em imagens ortorretificadas de alta resolução e pelo cálculo de indicadores estatísticos como o índice ( $F$ ). As conclusões apontaram que manchas de inundação resultantes de simulação são ferramentas críticas para a tomada de ações envolvendo áreas e populações a serem afetadas, portanto, as melhores tecnologias de modelos de relevo como dados de ALS devem ser utilizadas na simulação. (BERROCAL-RANGEL, 2010; COLLISCHONN, 1997).



Figura 2: Exemplo de barragem destruída

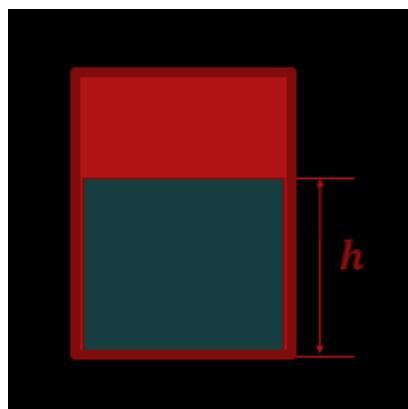
Tendo em vista o contexto do trabalho e os impactos causados pelos rompimentos das barragens este trabalho busca responder a seguinte pergunta: Como é possível monitorar de forma remota o rompimento de barragens?

Pergunta: Como podemos prever os rompimentos de barragens?

Podemos prever os rompimentos de barragens a partir dos condutivimetros, que irão alertar a população conforme o volume da barragem for subindo, para que assim possamos prever os rompimentos.

Com relação a aspectos físicos das barragens, destacamos:

A pressão exercida pela água em uma dada profundidade, é dada por:



$$p_{\text{hidrostática}} = d \cdot g \cdot h$$

$p$  = pressão da coluna de água

$g$  = aceleração da gravidade local

$h$  = altura da coluna de água

Sobre a condutividade da água – grandeza que será utilizada para a construção do alarme, para comunicação do rompimento de uma eventual barragem:



A condutividade da água é a sua capacidade de conduzir eletricidade.

Para medir tal capacidade, o condutivímetro utilizado é constituído por eletrodos eletricamente carregados. Após introduzi-lo no aquário, uma tensão é aplicada entre os dois eletrodos. A resistência elétrica da solução causa uma queda na voltagem, que então pode ser lida pelo condutivímetro.

Uso do sal: cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) é dissolvido em água, suas moléculas se dividem em 2 partes, um íon de sódio e um íon de cloro, surgindo íons livres, condutores de corrente elétrica.

## Objetivos

Objetivo geral: desenvolver uma estrutura de alarme e comunicação, para que através de um sensor, lâmpadas sejam acendidas em uma simulação, informando o eventual acidente em barragem.

Objetivos específicos:

- Conhecer métodos utilizados em pesquisas anteriores sobre dispositivos para prevenir acidentes.
- Investigar materiais e métodos para a criação de um protótipo a partir de códigos de arduino
- Testar a eficácia do sensor programado em uma simulação.

## Materiais e Método

Através dos materiais citados anteriormente, iremos atrás de vários experimentos, um sensor que identifica quando a barragem está prestes a se romper.

Para isso, iremos atrás de estudos do funcionamento de uma barragem e depois programar nosso sensor. Ele será controlado pelo nosso grupo e qualquer acontecimento maléfico será informado a prefeitura, para que a cidade seja evacuada. Portanto, iremos utilizar lâmpadas, aquário e condutivímetros. Também é importante ressaltar que é necessário colocar sal na água , pois ele aumenta a condutividade da água.



## Resultados e Discussão

Primeiramente, foi utilizado um aquário, e cortados pedaços de plásticos em diferentes tamanhos.

Tais pedaços foram colados com cola quente.

Os compartimentos no aquário foram preenchidos de água e expostos a sensores. Porém, no primeiro teste, a cola utilizada – cola quente, não se mostrou adequada para a montagem. A água transbordou pelas paredes do aquário.

Após este acontecimento, foi utilizada cola de silicone, para a construção da simulação da barragem por meio de um aquário.



Figura 1: material para confecção da barragens, com cola de silicone.



Nesta segunda tentativa, a colagem com silicone mostrou-se adequada. A água foi colocada sobre o sistema e não houve vazamento.



Figura 2: barragens coladas ao aquário principal.

O condutivímetro foi utilizado e a simulação dos alarmes foram bem sucedidas.



Figura 3: aquário preenchido com água, e condutivímetro provocando o acendimento das lâmpadas de cores branca, vermelha, verde e azul.



## Conclusão

O experimento se mostrou eficaz como forma de simulação de alarme, a fim de evitar transbordamentos de água, além de ilustrar conceitos científicos relevantes, ou ilustrar uma interessante aplicação para condutivímetro, contribuindo para fins didáticos.

Link do vídeo <https://youtu.be/W5AOaWKSIRs>

## Referências

- BERROCAL-RANGEL, Luis; SILVA, António Carlos. O Castro dos Ratinhos (Barragem do Alqueva, Moura). **Museu Nacional de Arqueologia. Lisboa**, 2010.
- COLLISCHONN, Walter. Análise do rompimento hipotético da barragem de Ernestina-RS. 1997
- FREITAS, Carlos Machado de; SILVA, Mariano Andrade da; MENEZES, Fernanda Carvalho de. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 3, p. 25-30, 2016.
- PIRES, José Maurício Machado et al. Potencial poluidor de resíduo sólido da Samarco Mineração: estudo de caso da barragem de Germano. **Revista Árvore**, v. 27, p. 393-397, 2003.
- LOPES, Luciano Motta Nunes. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**, v. 5, n. 1, p. 1-1, 2016.



## Transporte de Água Longa Distância

Manuella Campos, Maria Julia Sordi, Maria Luisa Liberatore, Julia Veloso

Professora orientadora: Lílian Siqueira

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Este trabalho acadêmico procura discutir qual tipo de válvula é melhor para o transporte de água à longa distância, o que poderia potencialmente reduzir o desperdício de água. O principal objetivo do estudo é testar sua hipótese: se o tipo de válvula for diferente, sua eficiência também será distinta. Devido à impossibilidade de conduzir água em grande escala e comprar válvulas, um protótipo foi feito para simular uma fração desse caminho e foram encontradas substituições às válvulas, para que pudesse ser debatido qual tipo (pressão, direcional ou fluxo) é o melhor para essa tarefa. Para que a maquete representasse uma cidade e seu campo, o cenário foi construído com uma tábua de madeira e alguns componentes visuais, como edifícios e hortas. Com o objetivo de comparar a eficiência das válvulas, o volume de água deixado na tigela após as 4 tentativas do experimento (cada uma com duração de 20 segundos) foi medido e escrito em uma tabela. Depois de analisar os resultados, concluiu-se que a válvula de pressão, que foi substituída por um tubo com uma seringa acoplada, é a melhor para conduzir água à longa distância.

**Palavras-chave:** Válvula; transporte de água; protótipo; testes; eficiência.

### Abstract

This academic work seeks to discuss which kind of valve is better for water transportation through long distances, which could potentially reduce water waste. The main purpose of the study is to test its hypothesis: if the sort of valve is different, its efficiency will be distinct as well. Due to the impossibility of conducting water on large scale and purchasing valves, a prototype was made to simulate a fraction of this path



and replacements to the valves were found, so it could be debated which type (pressure, directional or flow) is the best for this task. In order for the mock-up to represent a city and its countryside, the scenario was built with a wooden board, and some visual components, such as buildings and vegetable gardens. Aiming at comparing the efficiency of the valves, the volume of water left in the bowl after the 4 trials of the experiment (each lasting 20 seconds) was measured and written on a table. After analyzing the results, it was concluded that the pressure valve, which's replacement was a pipe with a syringe attached, is the best to conduct water through long distance.

**Keywords:** Valve; water transportation; prototype; trials; efficiency.

## Introdução

Cada vez mais fica visível a importância da economia de água no mundo atual. Apesar de ser um recurso hídrico renovável, a água potável, própria para consumo, é esgotável, e nos últimos 100 anos o impacto da exploração humana trouxe consequências desastrosas em relação à futura disponibilidade dela. (SOUZA & FERNANDES, 2010).



**Figura 2. Uso de água no Mundo e no Brasil** (SAVEH, s.d)

**Figura 1. Distribuição de água no planeta**  
(BRK AMBIENTAL, 2018)

## Desperdício da água na área urbana de SP:

Os desperdícios na cidade de São Paulo chegaram a 505 bilhões de litros no ano de 2020, sendo alguns fatores como perdas comerciais como em casa ou



trabalho, vazamento de redes e significativamente na irrigação na agricultura. Isso serviu como motivação do projeto, em que era esperado a investigação do desperdício nessa região e seja reutilizado a água (SOBRINHO, 2021).

De acordo com o Pena, 2022, os problemas mais relevantes com relação a disponibilidade e aos recursos hídricos atualmente é o desperdício em relação a quantidade de água perdida por meio de uso indevido em residências e mecanismos públicos. Entretanto, relevante parte ocorre no transporte de água da indústria até o consumidor, devido a tubulações velhas e danificadas, além de obras malfeitas.



**Figura 3. Desperdício de água em São Paulo, principais municípios (G1, 2020)**

Cidades que contêm alto desperdício de água na região metropolitana são Mauá e Mogi das Cruzes, no entanto, os municípios com menos desperdício são Santos e Limeira, no interior de São Paulo.

Após a crise hídrica e a constante perda de água em São Paulo, pode-se analisar os dados que mostram que 60% do volume dos reservatórios do estado está perdendo capacidade devido aos vazamentos por canos estourados e problemas de infraestrutura. A quantidade de água perdida seria suficiente para abastecer mais de milhões de brasileiros em um ano, sendo que o restante da água que não chega ao destino, perde-se por conta de furtos e erros de leitura dos hidrômetros. Ocorre um impacto ambiental desse prejuízo, afetando na economia deste recurso natural, o que ajudaria a manter diversos rios e os reservatórios mais completos, já que estão



sofrendo com secas constantes. Há estudos que comprovam que, desde o ano de 2015, o Brasil tem tido uma piora nos números de perda de água (RESENDE, 2021).

### **Diferença entre os ciclos hídricos:**

-Ciclo hidrológico urbano:

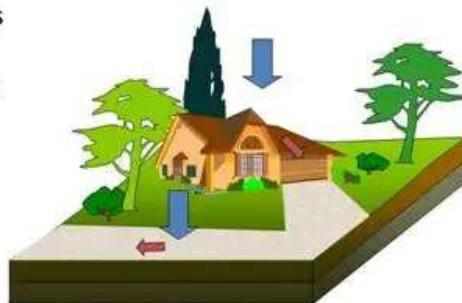
O ciclo hidrológico consiste em um evento em que há a circulação da água em suas três fases: sólida, líquida e gasosa. Segundo o site Brasil Escola: "O Sol é o responsável por proporcionar energia para que o ciclo aconteça. Sua luz provoca a evaporação da água presente na superfície terrestre. Em alguns locais, no entanto, a neve e o gelo sublimam, passando do estado sólido para o vapor, pulando as fases de fusão (sólido para o líquido) e de evaporação. A água, agora em estado gasoso, sobe para camadas mais altas da atmosfera, onde a temperatura é mais baixa. Ao alcançar determinada altitude, essa substância passa do estado de vapor para o líquido (condensação) e forma as nuvens, que são, na realidade, uma grande quantidade de gotículas de água. Em locais frios, essas gotículas podem solidificarse e dar origem à neve ou ao granizo. Ao iniciar a chuva, processo também chamado de precipitação, a água começa a retornar para a superfície terrestre e é influenciada diretamente pela gravidade. Nesse momento, ela pode atingir rios, lagos e oceanos, infiltrar-se no solo e nas rochas ou pode ser impedida de voltar à superfície terrestre pela vegetação." (SANTOS, sd). Sendo assim, o ciclo hidrológico em regiões de cidade assim como São Paulo, diferencia-se da movimentação de água original na impermeabilidade dos solos. Assim como no natural, as águas provenientes dos solos, plantas, rios e mares sofrem o processo de evapotranspiração e se condensam nas nuvens. (SANTOS, sd). Ambos os ciclos se diferem no destino da água após a precipitação, idealmente, a mesma deveria ser absorvida pelos solos para posteriormente reiniciar o ciclo. Porém, os seres humanos se utilizam da água por necessidade, modificando esse ciclo quando tratam, ingerem, desperdiçam, descartam e provocam enchentes e erosão dos solos.

O principal problema no ciclo hídrico que é provocado pela ação humana é a impossibilidade de infiltração da água em regiões asfaltadas e com moradias. Sem esse processo, o ciclo é interrompido e essa água suja tem de ser tratada a fim de ser reutilizada, caso isso não ocorra será tudo desperdiçado. (MONTERO et al., 2016).



## Áreas Impermeáveis

- ◆ Telhados
- ◆ Ruas
- ◆ Passeios



- Geração de escoamento superficial é quase imediata
- Infiltração é quase nula

**Figura 4. Áreas urbanas impermeáveis (MONTEIRO et al., 2016)**

- Ciclo hidrológico rural:

Agricultura é a atividade socioeconômica que mais se utiliza de água no mundo, porém "ao mesmo tempo, é a atividade que mais desperdiça água, deixando escapar quase metade de todo o líquido empregado no campo". (EUROPA, 2021).

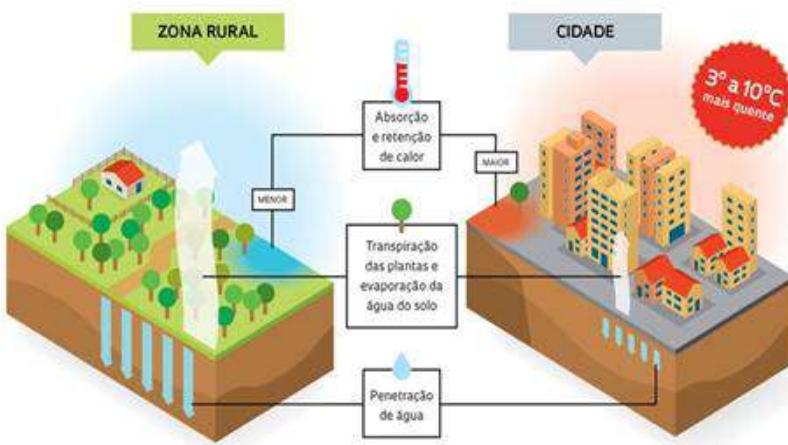
Antes da criação do processo de irrigação, a água utilizada nesta atividade era proveniente da precipitação, rios ou lagos, onde está incluído o ciclo hídrico original. Porém, com o aumento da procura pelos produtos, foi necessária a expansão das áreas de cultivo, ocasionando a necessidade de uma fonte que possa ser usada para o ano todo, água proveniente das estações de tratamento que vai através de canos até as áreas rurais.



**Figura 5. Irrigação de plantação (FORMIGONI, 2018)**



O principal benefício do ciclo hidrológico rural é que diferentemente do urbano, a água que resta após o uso fica depositada no solo e sofrerá a evapotranspiração, dando continuidade ao ciclo hídrico original. A proposta deste projeto é estudar mecanismos que serão testados em um protótipo para transporte de água, simulando a possibilidade de se economizar este recurso a partir da junção de ambos os ciclos. Em outras palavras, utilizar a água desperdiçada nas cidades para suprimento da agricultura para que não haja necessidade de pegar a água das estações de tratamento.



**Figura 6. Absorção, Transpiração e Penetração de água nas áreas urbana e rural (REVISTA EA, s.d)**

### **Fonte de coleta da água residual:**

Diferente do que muitos pensam, a água é um recurso esgotável. "Se nossas águas residuais não forem limpas antes de serem liberadas no ambiente natural, elas podem danificar o meio ambiente, que então será incapaz de fornecer água potável suficiente, aumentando assim o risco de escassez." (OSTIPOSDE, 2019).

As águas residuais, citadas acima, são as descartadas pelos seres humanos ou que não infiltram o solo e permanecem impuras, chamada popularmente como esgoto. Porém, há vários tipos e diferenças entre eles:

**ESGOTO DOMÉSTICO:** águas residuais provenientes de locais residenciais como casas, prédios e condomínios, principalmente de cozinhas, banheiros ou água de



limpeza. Costuma conter dejetos, urina, fezes, restos orgânicos, elementos químicos presentes em produtos de limpeza e óleo de cozinha.

**ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS:** provenientes de indústrias, fábricas, oficinas, pequenos comércios e qualquer tipo de produção. Sua composição difere no que é produzido em cada estabelecimento, porém costuma conter dejetos orgânicos e inorgânicos, restos poluentes, produtos tóxicos e metais pesados.

**ESCOAMENTO OU RESIDUAL PLUVIAL:** toda água das chuvas que correm pelas ruas, telhados, estradas e carregam com elas dejetos, impurezas, óleos, metais pesados etc. e que, se não escoadas pelos bueiros, provocarão enchentes, derramamentos e erosão.

(REDAÇÃO PENSAMENTO VERDE, 2019).

Após análise dos tipos de fonte de águas residuais, suas composições e distribuição pelas cidades grandes como São Paulo, para esse projeto pensa-se que a melhor fonte para coleta seria a de escoamento ou pluvial, pois as divisões seriam feitas por região através de um cano único ao invés dos de residência. As águas que escoam pelas ruas e caem nos bueiros serão retiradas e levadas até os canos para passar por todo o processo de tratamento e irrigação.



**Figura 7. Bueiro** (WIKIPEDIA, 2022)



## Funcionamento de canos:

As tubulações subterrâneas de água estão muito presentes nas cidades brasileiras, permitindo um visual menos poluído e diminuindo os riscos de interrupções por chuvas fortes ou quedas de árvores, por exemplo, o que acontece com os sinais de transmissão de televisão. Na Inglaterra, há um sistema a fim de impedir de atingir os tubos, em que uma faixa colorida é colocada alguns centímetros acima da tubulação. Então quando um operário se depara com a sinalização, ele já sabe que não pode continuar cavando ali. No Brasil, ainda não há esse sistema, portanto, não se sabe ao certo onde os tubos estão, atrapalhando a passagem de novas tubulações, ficando mais fácil construir um novo sistema nas áreas que em que não há construções. (VICTOR, 2019)

A instalação hidráulica funciona através de canos que possuem diferentes diâmetros e são encaixados entre si por adaptadores chamados de “joelhos”, formando uma rede única. Essas tubulações passam por baixo dos pisos e entre paredes das residências, sendo que naqueles abaixo do chão, corre um cano que corresponde à entrada de água vindo diretamente da distribuidora, chegando assim ao interior das casas. Os vazamentos destes dutos representam um grande problema, tanto no que se refere ao desperdício de água, como ao aumento da conta de água. Para resolver isso, existem profissionais chamados “caça-vazamentos”, que dispõem de equipamentos para detectar qualquer problema na instalação dos dutos e resolvê-los.

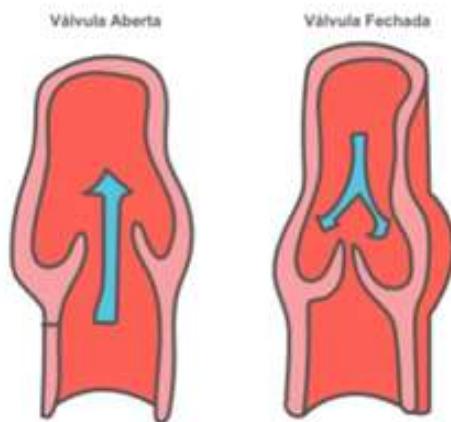
Alguns dos principais tipos de válvulas são: válvula direcional, de pressão e de fluxo. A válvula direcional monitora a extensão e retração dos cilindros hidráulicos, fornecendo um trajeto de fluxo da bomba para os cilindros e um trajeto de retorno para eles (VEKTEK, 2020). A segunda controla a pressão no sistema, fazendo com que ela possa ser ajustada. (JY VÁLVULAS, s.d.) Por último, tem-se a válvula de fluxo que altera a divisão da passagem do fluido, podendo aumentar ou diminuí-la, o que gera também uma mudança na velocidade dos cilindros ou motores. (MOVICONTROL AUTOMAÇÃO, s.d)



## Dificuldades e propostas:

Para a reutilização da água, ela precisaria percorrer centenas de quilômetros por tubulações, portanto, é necessário um sistema elaborado de válvulas. Além disso, é importante que essa água seja tratada com compostos químicos, como Cal, Sulfato de Alumínio e Cloro, com estações de tratamento ao final do processo. Nestas estações, redes ou grades poderiam impedir que resíduos maiores cheguem à área agrícola que usará o método de aspersão para irrigar plantações. A maior dificuldade do projeto vai ser com que a água percorra esse caminho em uma velocidade média/alta e constante passando pelas centrais de tratamento.

Uma inspiração para o transporte de fluidos é o sistema circulatório. Segundo o site Brasil Escola, o grupo cardiovascular é “responsável por garantir o transporte de sangue pelo corpo, permitindo, dessa forma, que nossas células recebam, por exemplo, nutrientes e oxigênio. Esse sistema é formado pelo coração e pelos vasos sanguíneos.” (SANTOS, s.d)



**Figura 8. Válvula do corpo humano** (KHAN ACADEMY, s.d)

A partir de tudo que foi exposto, a pergunta de pesquisa deste projeto é:

Como desenvolver um protótipo funcional que represente em pequena escala o funcionamento das tubulações para transporte de água?



## Objetivos

**Objetivo geral:** Construir e testar um protótipo funcional que simule o transporte de água à longa distância.

### Objetivos específicos:

- Compreender o funcionamento do sistema de canos de água subterrâneos.
- Montar um protótipo para demonstração.
- Produzir um sistema de canos funcional em pequena escala.
- Explicar a situação do desperdício de água em São Paulo.
- Pesquisar a diferença entre os ciclos hídricos rural e urbano.
- Explicar as dificuldades e encontrar uma solução para o transporte de água à longa distância.
- Avaliar a melhor fonte de água residual para a coleta.
- Indicar as etapas de tratamento de água residual.

## Materiais e Método

O tema de interesse deste projeto era investigar um transporte eficaz de água à longa distância, desenvolvendo um protótipo funcional que represente em pequena escala o funcionamento das tubulações para transporte de água.

A variável independente era o tipo de simulação válvula: de controle direcional (mangueira cristal ligada aos canos de PVC), de pressão (seringa na mangueira cristal) e de fluxo (equipo de soro na mangueira). Foram feitos testes com os níveis da variável independente. Para o primeiro nível de controle foi realizado um teste sem o uso de variáveis (instrumentos de simulação) para coleta de medidas constantes. O segundo nível teste com a mangueira cristal e canos de PVC. O terceiro com a mangueira e a seringa. O último nível, quarto, com a mangueira cristal e o equipo de soro. A variável dependente era a eficácia no transporte de água e as constantes, o fluxo e quantidade de água e a maquete de cenário.



Para o cenário foram utilizados uma tábua de madeira para a base, esponjas picotadas tingidas de tinta acrílica verde para a grama, caixas de bebida (como sucos e leite) para prédios e bueiro, papel celofane azul para representação de água parada e um recipiente para despejo da água pós experimento.

A primeira etapa do experimento foi o controle, um teste que consistiu na coleta de medidas sem a utilização de válvulas usando um cano de PVC ou mangueira cristal pequena. Em seguida, para o segundo experimento foi conectado, ao cano, a primeira válvula direcional. Após isso, com a próxima experiência com a válvula de pressão e fluxo, foi possível reunir os dados de cada uma, no qual foi provado a hipótese, se a eficácia no transporte da água está relacionada ao tipo de dispositivos mecânicos.

Inicialmente, foi feita a coleta de materiais para a garantia de que todos estariam disponíveis durante a realização do projeto.

Em seguida, o grupo prosseguiu para a construção do cenário. Após a seleção de uma tábua de madeira MDF, foram feitas as marcações de onde cada parte do cenário ficaria, ou seja, distribuição da área urbana, rural e local onde serão inseridas as mangueiras. Logo depois, foram cortadas em cubos três esponjas de louça e coletadas tintas acrílicas azul e amarela para a confecção do tom adequado de verde. Após tingidos, os cubos de esponjas foram separados para secar com secador. Depois de completamente secos, os cubos foram picotados e transformados em grama. O grupo, então, pintou a tábua com tintas acrílicas verde (área rural), cinza (área urbana) e recortou e pintou as caixas para a construção dos prédios e bueiros.

Em seguida foi realizada a seleção da mangueira cristal. A mesma estava dobrada e para deixá-la reta a fim de evitar obstruções, o grupo utilizou um secador de alta potência. Após desobstruída, a mangueira foi cortada nas medidas da tábua de madeira. O pedaço selecionado para a simulação da válvula direcional foi recortado e encaixado nos pedaços de cano de PVC. O pedaço selecionado para a simulação da válvula de pressão foi furado para o encaixe da seringa. O pedaço selecionado para a simulação da válvula de fluxo foi furado para o encaixe do equipo de soro.

Para a realização dos testes, foram separadas as mangueiras dos quatro níveis e instrumentos para medição (cronômetro e recipiente final). O grupo anotou, em uma tabela, os resultados de todos os níveis, ou seja, se o transporte ocorreu sem



dificuldade, o tempo de duração para a passagem da água e a quantidade de água que resta no recipiente final. Com a tabela, foram feitas as conclusões finais, ou seja, a escolha da melhor válvula para transporte de água a longa distância.

## Resultados e Discussão

### Processo de construção

Foram feitos os recursos visuais da maquete como a grama, que ilustrará a parte rural, e os canos foram ajustados para que a passagem da água fosse mais fluída.

### Imagens do processo



**Figuras 9 e 10:** Maria Luisa e Manuella fazendo o corte da “grama” da maquete



**Figura 11:** Maria Julia desobstruindo o cano com o secador de alta potência



**Figura 12:** Pintura e divisão da maquete entre área rural e urbana



**Figura 13:** Julia cortando, posicionando e colando o papel celofane para representar o trajeto da água



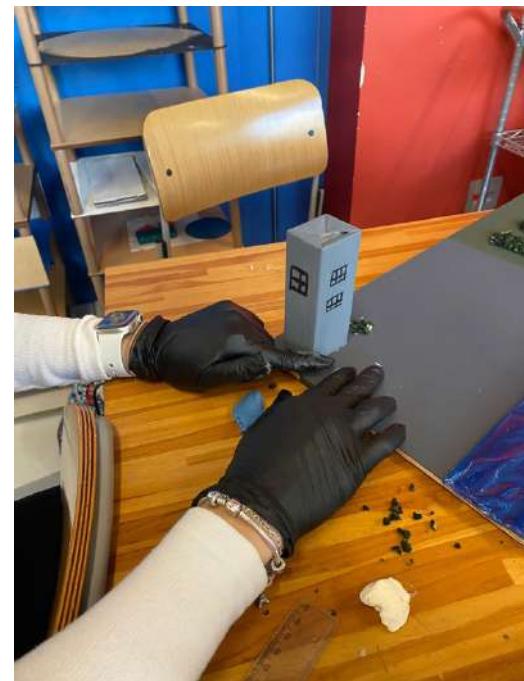
**Figura 14:** Montagem da maquete (grupo colou as gramas)



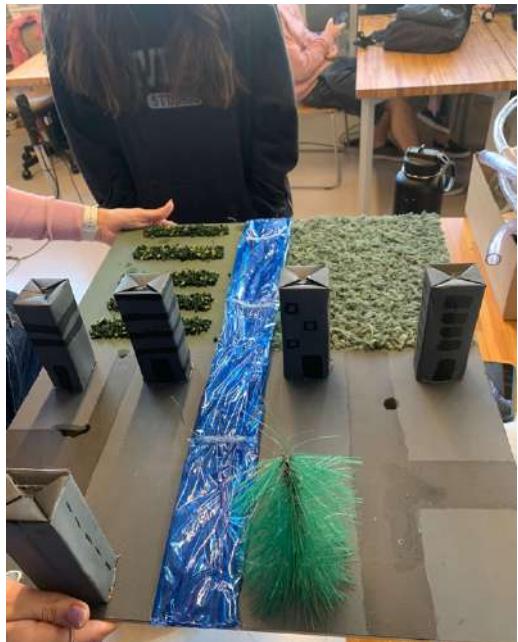
**Figura 15:** Manuella cortando os arames que irão prender os canos na maquete



**Figura 16:** Manuella pintando os prédios



**Figura 17:** Julia colando os prédios feitos de caixinha de suco e montando uma decoração



**Figura 18:** Maquete pronta, ou seja, decotada e organizada para os testes começarem a ser feitos



**Figura 19:** Manuella cerrando o cano de “PVC”



**Figura 20:** Julia colando um dos pedaços do cano na mangueira



**Figura 21:** Maria Julia soldando uma das mangueiras para a seringa e o equipo de soro encaixarem



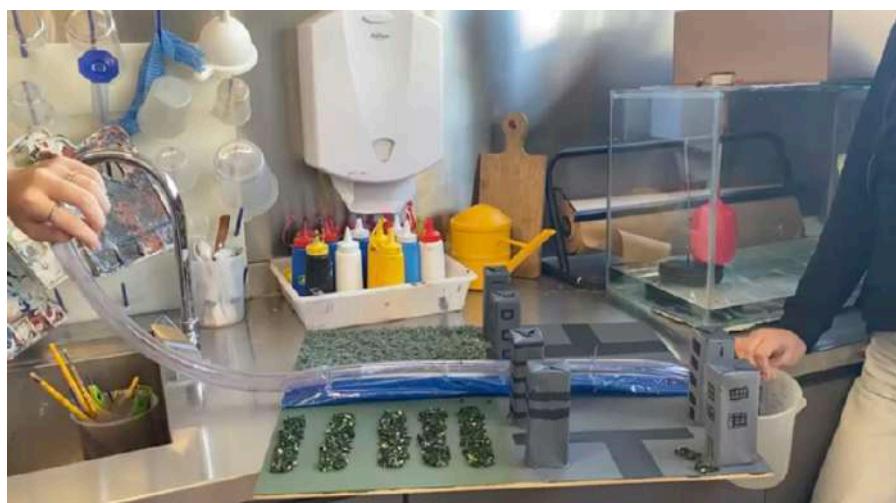
## Testes de simulação das válvulas

Foi escolhido que todos os testes seriam realizados num intervalo de tempo de 20 segundos.

TIPO DE VÁLVULA	TEMPO DE TESTE	RESULTADOS NA BACIA
Nível de controle	20s	1L
Válvula Direcional (cano em "T")	20s	1,3L
Válvula de Pressão (seringa)	20s	1,7L
Válvula de Controle de Fluxo (equipo de soro)	20s	1,2L

No nível de controle a mangueira foi colocada na maquete e ela foi encaixada na torneira, para que ocorresse um fluxo de água contínuo sem o uso de válvula, o volume de água despejado na bacia foi de um litro.

A seguir, utilizou-se a mangueira com o cano em “T” e obteve-se 1,3L.



**Figura 22:** Teste de nível de controle sendo feito com a participação de todas as integrantes



**Figura 23:** Teste com a mangueira com cano em "T" sendo feito, para se analisar o fluxo de água

Para a válvula de pressão, ou seja, foi colocado a seringa somada à corrente de água, arrecadou-se um volume de 1,7L.



**Figura 24:** Teste com a mangueira recebendo fluxo de água da torneira somada com a água da seringa

Por último, para a de controle de fluxo, isto é, o equipo de soro, o volume despejado no recipiente foi de 1,2L.



**Figura 25:** Teste com a mangueira conectada ao equipo de soro

## Discussão

O primeiro teste feito foi o nível controle do experimento, logo em seguida, o teste da válvula direcional no qual os resultados obtidos em um tempo de 20 segundos não evidenciou mudança no volume final de água, o teste da válvula de pressão logo em seguida obteve o resultado que mais se aproximou de atingir o objetivo inicial, solucionar o problema de transporte a longa distância pois houve grande diferença no volume de água e aumento no fluxo, o último teste de válvula de controle de fluxo relatou como esperado uma pequena mudança no volume e fluxo não sendo eficaz para a proposta.

Um dos objetivos desse projeto era investigar o problema de transporte a longa distância, tendo em vista tal propósito, a válvula que mais se aproxima da proposta é a de pressão. O outro objetivo do projeto era encontrar uma solução para o desperdício de água, de maneira que esse fosse reduzido. Ao descobrir que esse tipo de válvula é a mais eficaz para transportar água à longa distância, pode-se concluir que através da instalação desse sistema será possível reutilizar grande parte da água que seria descartada nas ruas das cidades para a irrigação de áreas rurais.

As dificuldades enfrentadas durante o processo de teste foram: a posição da mangueira conectada à torneira gerava inclinação, em relação à maquete que obstruía, de certa forma, a passagem da água corrente, levando também ao vazamento de água na maquete e em volta da torneira. Em geral, os testes atenderam todas as expectativas do grupo, já que o objetivo foi plenamente alcançado.



## Conclusão

Tendo em mente o objetivo inicial de construir e testar um protótipo funcional para simular o transporte de água à longa distância, é possível afirmar que o experimento excedeu seu propósito. Após atingir a meta inicial, o grupo expandiu o experimento para descobrir qual tipo de válvula (de pressão, direcional ou de controle de fluxo), seria a mais eficaz no transporte de água à longa distância, ou seja, qual transportaria o maior volume de água, até a área rural, no mesmo tempo e fluxo de água corrente. A partir dos resultados, conclui-se que a Válvula de Pressão é a mais eficaz para transportes de longa distância, portanto deve ser utilizada para transportar água de reuso da área urbana à área rural, economizando assim o recurso hídrico mais importante do planeta.

## Referências

- SANTOS, V. S. **CICLO da água.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/ciclo-agua.htm>>. Acesso em: 25/03/2022.
- SOUZA, L.; FERNANDES, R. **A água é um recurso esgotável.** Nova Escola, 01 de maio de 2010. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1142/a-agua-e-um-recurso-natural-esgotavel>>. Acesso em: 23/03/2022.
- FREITAS, A.; RESENDE, I. **QUASE 40% de toda água potável captada não chega às residências do país.** CNN Brasil, São Paulo, 31 de maio de 2021, 13h26. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/quase-40-de-toda-agua-potavel-captada-nao-chega-as-residencias-do-pais/>>. Acesso em: 28/04/2022.
- **SABESP promove iniciativa de combate ao desperdício de água.** Do Portal do governo. São Paulo, 21 de março de 2018, 19h32. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/sabesp-promove-iniciativa-de-combate-ao-desperdicio-de-agua/>>. Acesso em: 28/04/ 2022.
- IHARA, R. **SP desperdiça 34% de água produzida no estado, diz pesquisa.** G1, São Paulo, 04 de junho de 2021, 14h03. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/06/04/sp-desperdica-34percent-de-agua-produzida-no-estado-diz-pesquisa.ghtml>>. Acesso em: 28/04/2022.
- MONTERO, V.C.; ALVES, M.C.; GUEDES, V.L. **CICLO hidrológico em áreas urbanas.** Revistaea, 03 de junho de 2016. Disponível em: <<https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2330>>. Acesso em: 25/03/2022.



- **EUROPA, ÁGUA na agricultura: como utilizar e economizar.** 13 de janeiro de 2021. Disponível em: < <https://www.europa.com.br/blog/uso-da-agua-na-agricultura>>. Acesso em: 25/03/2022.
- **O que são águas residuais?** Redação Pensamento Verde, 19 de julho de 2013 Disponível em: < <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/o-que-sao-aguas-residuais/>>. Acesso em 25/03/2022.
- **VÁLVULA de controle direcional.** Vektek, julho de 2020. Disponível em: < [https://www.vektek.com/pdfs/Catalog/Brazil/Metric/Portuguese\\_DirectionalControlValves.pdf](https://www.vektek.com/pdfs/Catalog/Brazil/Metric/Portuguese_DirectionalControlValves.pdf)>. Acesso em: 27/04/2022.
- **VÁLVULA reguladora de pressão.** JY Válvulas. Disponível em: < <https://www.jyvalvulas.com.br/valvula-reguladora-de-pressao#:~:text=A%20V%C3%A1lvula%20reguladora%20de%20press%C3%A3o,a%20press%C3%A3o%20deve%20ser%20ajustada>>. Acesso em: 27/04/2022.
- **VÁLVULAS de fluxo.** Movicontrol Automação (s.d). Disponível em: < <https://www.movicontrol.com.br/valvulas-de-fluxo#:~:text=S%C3%A3o%20v%C3%A1lvulas%20que%20alteram%20a,a%20passagem%2C%20menor%20a%20velocidade.>>. Acesso em: 27/04/2022.
- **SANTOS, VS. SISTEMA cardiovascular.** Brasil Escola (s.d). Disponível em: < <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/sistema-circulatorio.htm>>. Acesso em: 29/04/2022.
- **VICTOR. POR onde passam as tubulações da instalação hidráulica?** Leak Inspection, 27 de fevereiro de 2019. Disponível em: < <https://www.leak.com.br/2019/02/27/passagem-tubulacoes-da-instalacao-hidraulica/>>. Acesso em: 25/03/2022.
- **DE SOUZA, Fernando Carlos. AS vantagens da tubulação subterrânea.** FoxLux, 8 de julho de 2015. Disponível em: < <https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/vantagens-tubulacao-subterranea/>>. Acesso em: 24/03/2022.

## FIGURAS:

- **AFINAL, por que fazer um consumo consciente de água é importante?** BRK Ambiental. Disponível em: < <https://blog.brkambiental.com.br/consumo-consciente-de-agua/>>. Acesso em: 28/04/2022.
- **A disponibilidade de água no mundo e no Brasil.** Sistema de Autoavaliação da Eficiência Hídrica. Disponível em: < <https://saveh.ambev.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil>>. Acesso em: 28/04/2022.
- **IHARA, Rafael. SP desperdiça 34% de água produzida no estado, diz pesquisa.** G1, São Paulo, 04 de junho de 2021, 14h03. Disponível em: < <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/06/04/sp-desperdice-34-de-agua-produzida-no-estado-diz-pesquisa.ghtml>>. Acesso em: 28/04/2022.



[paulo/noticia/2020/06/04/sp-desperdica-34percent-de-agua-produzida-no-estado-diz-pesquisa.ghml](https://paulo/noticia/2020/06/04/sp-desperdica-34percent-de-agua-produzida-no-estado-diz-pesquisa.ghml). Acesso em: 28/04/2022.

- LAMIM-GUEDES, Vladmir. **CICLO hidrológico em áreas urbanas.** Na Raiz, 05 de junho de 2016. Disponível em: <<https://naraiz.wordpress.com/2016/06/05/ciclo-hidrologico-em-areas-urbanas/>>. Acesso em: 28/04/2022.
- FORMIGONI, IVAN. **O uso da água na agricultura, derrubando falsos mitos!** Farmnews, 26 de março de 2018. Disponível em: <<http://www.farmnews.com.br/historias/agua-na-agricultura/>>. Acesso em: 28/04/2022.
- MONTERO, V.C; ALVES, M.C; LAMIM-GUEDES, V. **CICLO HIDROLÓGICO EM AREA URBANAS.** Revistaea, 03 de junho de 2016. Disponível em: <<https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2330>>. Acesso em: 28/04/2022.
- **BUEIRO.** Wikipedia, 16 de março de 2022. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Bueiro>>. Acesso em: 28/04/2022.
- **VISÃO geral sobre a insuficiência cardíaca.** Khan Academy. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/health-and-medicine/circulatory-system-diseases/heart-failure/a/overview-of-heart-failure>>. Acesso em: 28/04/2022.

#### FIGURAS 9 – 25:

- Feitas pelas autoras.



## O tijolo mais adequado para construção civil

João Antonio Rizkallah, Luiz Renato Morandi Borges, Thomas Nascimento O'Grady,  
Tiago Portela Ferrari e Victor Maiolino Serpa

Professor(a) orientador(a): Maria Fernanda Moreira

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Atualmente, a construção civil está se tornando cada vez mais complexa, o que significa que a atenção à segurança e custo de produção é cada vez maior. Desde o início do projeto, nosso grupo tem como objetivo desenvolver o tijolo mais eficiente possível, em termos de preço e segurança. Para viabilizar nosso projeto, procuramos vários tipos de tijolos na internet até encontrarmos informações para criar nosso próprio tijolo. Nosso tijolo era feito de cascalho, areia, cimento e água, e comparamos com dois tipos de tijolos: um industrial e outro de barro. Testamos todos os três colocando fogo, água, martelando e até mesmo caindo de grandes alturas. Nosso tijolo se mostrou mais confiável que o de barro, mas menos resistente que o industrial. A principal conclusão que se pode tirar é que o nosso tijolo pode ser utilizado na construção civil, pois é mais resistente que o de barro, que é muito utilizado, mas não deveria, pois existem opções melhores para ele.

**Palavras-chave:** (Tijolo, construção, resistência, custo-benefício, segurança).

### Abstract

Nowadays, civil construction is becoming more and more complex, which means that the attention to safety and cost of production is increasing. Since the beginning of the project our group is aiming to develop the most efficient brick possible, price and safety wise. To make our project possible, we looked up several types of bricks all over the internet until we found information to create our own brick. Our brick was made out of gravel, sand, cement and water, and we compared it against two types of bricks: an industrial and one made out of clay. We tested all three of them by putting it on fire, water, hammering and even dropping from high heights. Our brick showed itself to be



more trustworthy than the clay one, but less resistant than the industrial one. The main conclusion that can be drawn is that our brick can be used in civil construction, as it is more resistant than the clay one, that is widely used, but should not as there are better options to it.

**Keywords:** Brick; Construction; Resistance; Cost-Benefit; Safety

## Introdução

Nos últimos anos diversos desastres envolvendo construções aconteceram. Com áreas urbanas mal planejadas, juntamente a construtores pouco competentes e materiais de baixa qualidade, já causaram uma série de tragédias. Em 2012, por exemplo, o Edifício Liberdade, que ficava na rua 13 de Maio, na cidade do Rio de Janeiro, e tinha 20 andares desabou, deixando 22 mortos, entre os quais cinco nunca tiveram seus corpos encontrados. Por fim, o Corpo de Bombeiros concluiu que, entre as várias causas do desabamento estavam a areia usada na construção, que não era adequada para algo daquele tamanho. Na imagem abaixo é possível ver a tragédia. (ESTADO DE MINAS, 2019).



Figura 1. Edifício Liberdade. Fonte:

[https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2019/04/12/interna\\_nacional,1046038/desabamento-no-rio-de-janeiro-deixa-cincopessoas-mortas.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2019/04/12/interna_nacional,1046038/desabamento-no-rio-de-janeiro-deixa-cincopessoas-mortas.shtml)

Além desse episódio, vários outros já aconteceram. Um a ser citado é a queda de um edifício em Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais. Nesse evento, que aconteceu em 2021, uma construção, que era irregular, desabou e duas pessoas morreram, entre elas um bebê. Um laudo técnico divulgado posteriormente pelos



bombeiros da cidade revelou que, assim como no evento ocorrido no Rio de Janeiro, uma das várias causas foi a baixa qualidade do tijolo usado. Ainda de acordo com eles, os construtores da obra usaram tijolos de baixa qualidade, para que fosse economizado. (JOVEM PAN, 2021). Vendo esse grande problema da construção civil, um grupo da Universidade de Chandingarh, na Índia, decidiu testar novas composições para produzir tijolos misturando diferentes materiais. Ao juntar um agregado de enxofre, por exemplo, a um lote de tijolos, e os expor a determinadas variações de temperatura e pressão, foi possível criar concreto extremamente resistente, mais até mesmo do que o normal, e versátil, podendo ser usado desde pequenas casas até grandes edifícios. Outra opção estudada foi o cimento feito de magnésio, mostrado na figura 2:



Figura 2. Tijolo de magnésio. Fonte:

[https://www.termorefratarios.com/produtos/tijolos\\_e\\_blocos\\_refrat%C3%A1rios/tijolos-magnesiano.html](https://www.termorefratarios.com/produtos/tijolos_e_blocos_refrat%C3%A1rios/tijolos-magnesiano.html)

Esse tipo não é utilizado em larga escala pelo fato de custar de duas a três vezes mais do que um tijolo convencional de argila. Além disso, com esse tijolo foi possível criar estruturas extremamente finas, leves e resistentes, sendo assim, muito mais resistente do que o normal. Por causa disso, o material pode ainda ser usado para a construção de diversas estruturas como, por exemplo, telhados, pisos, paredes e até mesmo coisas bem mais complexas, como salas de operação hospitalares e até mesmo estações de radar. (KUMAR; SHARMA, 2022).

Dando continuidade aos experimentos, estes mesmos pesquisadores da Universidade de Chadinghard estudaram os tijolos convencionais e desenvolveram a seguinte tabela acerca da composição deles:

**Table 1** The composition of bricks by weight.

Ingredients	Percentage by weight
Silica ( $\text{SiO}_2$ )	55%
Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	30%
Iron Oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	8%
Magnesia ( $\text{MgO}$ )	5%
Lime( $\text{CaO}$ )	1%
Organic Matter	1%

Tabela 1. Porcentagem de elementos por peso de tijolos. Fonte: <http://www.jgenng.com/wp-content/uploads/2020/12/volume10-issue10-67.pdf>

A tabela acima indica no lado esquerdo os elementos que compõem algumas das opções de tijolos para construção. Já no lado direito há a porcentagem por peso de cada ingrediente (KUMAR; SHARMA, 2022)

O dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) e o óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), são os dois principais componentes, uma vez que ambos garantem plasticidade, que se trata da propriedade de um corpo que lhe permite mudar de forma ao ser submetido a uma certa tensão. Essa característica faz com que o tijolo possa ser facilmente moldado e secado, além de prevenir rachaduras e vazamentos, o que é essencial, já que uma possível despressurização causada por uma ruptura poderia acarretar na morte dos integrantes da missão de colonização de Marte. O óxido de cálcio, mesmo sendo apenas 1% da composição total, é responsável pela junção dos tijolos, o que aumenta a resistência e a durabilidade. O óxido de ferro é o que faz com que a sua coloração seja mais avermelhada, além de aumentar sua durabilidade ainda mais, e sua impermeabilidade. Por último, mas não menos importante, o óxido de magnésio faz com que o tijolo não se deform e diminua de tamanho durante seu uso. (KUMAR; SHARMA, 2022).

Vale lembrar que algo indispensável é que todos os materiais que estão sendo usados estejam presentes em larga escala na Terra, uma vez que seriam necessários milhões de quilos para que pudesse ser usados no mundo todo. O enxofre, por exemplo, tem várias reservas com milhões quilos, mas tem difícil extração. Para tirá-lo do solo, os trabalhadores são expostos a condições degradantes e que prejudicam a saúde a longo prazo, como mostrado na imagem abaixo:



Figura 3. Extração de enxofre. Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/enxofre.html>

Já o magnésio, por exemplo, tem capacidade de ser extraído em maior escala, mas degrada o meio ambiente de maneira irreversível. Isso já é um grande problema, uma vez que o magnésio é usado em larga escala nas indústrias, e que poderia ser agravado se tijolos de magnésio passarem a ser produzidos em grandes quantidades. Essa degradação fica evidente na imagem abaixo, de uma mina de magnésio.



Figura 4. Mina de magnésio.

Fonte: <https://www.roullier.com/pt/experiencia/magnesia>

## Objetivos

**Objetivo Geral:** Testar parâmetros de resistência térmica, resistência mecânica e solubilidade de diferentes tipos de tijolo



## Objetivos Específicos:

Pesquisar os materiais disponíveis para construção de residências

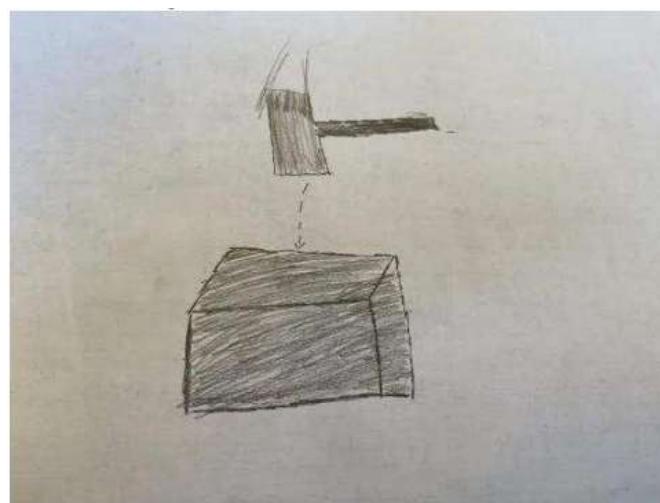
Avaliar qual possui resistência maior a impactos

Producir um tijolo útil e viável para a construção de edifícios.

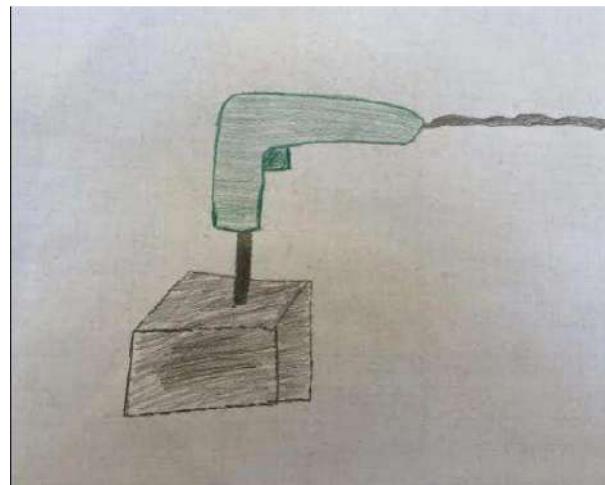
Testar como os materiais reagem a altas

## Materiais e Método

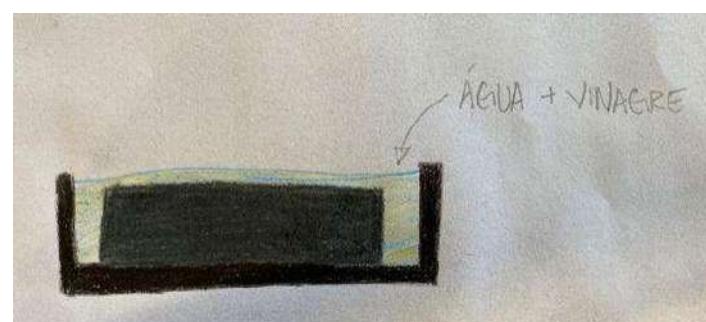
Os materiais usados para fazer o tijolo foram: areia, brita, cimento e água. Todos foram misturados para formar o tijolo. O grande tema da pesquisa do grupo foi descobrir qual tijolo é mais adequado para a construção civil. Foram comparados um tijolo industrial, um tijolo de barro e um feito pelo grupo. Para isso, foram simuladas variações de temperatura, solubilidade e resistência mecânica e ácida e foi analisada como foi a reação dos diferentes materiais a todos esses fatores. Os seguintes materiais foram utilizados para confecção do tijolo do grupo: foi utilizada uma forma de madeira que conteve a mistura de areia, água, cimento e brita. Para o aquecimento do tijolo, foram utilizados um soprador de calor e um isqueiro, para os testes mecânicos foram utilizados pregos, trenas, martelos, plataformas de madeira para absorção do impacto e uma furadeira. Para testar a resistência à chuva ácida foi utilizado vinagre e para o teste de solubilidade foi utilizada água. Os experimentos foram feitos de acordo com os diagramas abaixo:



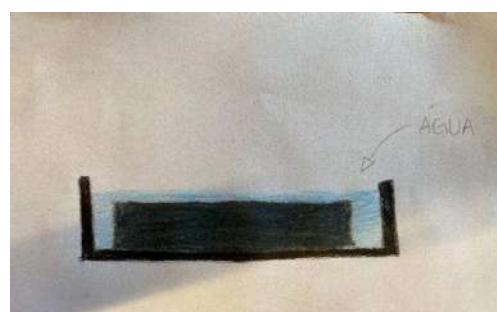
Teste 1 - A resistência mecânica do tijolo foi testada utilizando um martelo



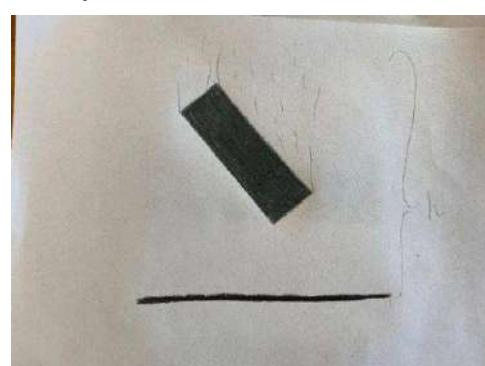
Teste 2 - A resistência do tijolo foi testada furando-o com uma furadeira



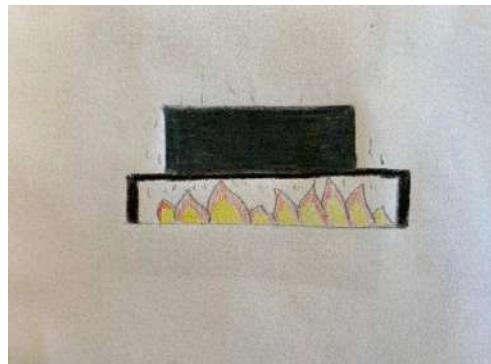
Teste 3 - A resistência à chuva ácida do tijolo foi testada colocando-o em um recipiente com água e vinagre.



Teste 4 - A solubilidade do tijolo foi testada colocando-o em um recipiente com água.



Teste 5 - A resistência do tijolo foi testada jogando-o de diferentes alturas.



Teste 6 - O tijolo foi a altas temperaturas em e medir a temperatura com um termômetro como na imagem acima

## Resultados e Discussão

O tijolo industrial se sobressaiu em todos os aspectos. Ele foi mais resistente a quedas, marteladas, era possível furá-lo sem quebrar, não se danifica com fogo, água, vinagre ou qualquer outra coisa. Já o tijolo de barro foi o que apresentou menor resistência naquilo que foi testado. Ele não aguentou a menor queda, marteladas o quebraram facilmente, quebrou quando foi furado, se danifica com fogo, água e vinagre. Por fim, o tijolo feito pelo grupo foi um meio termo. Ele foi mais resistente que o de barro, mas não conseguiu superar o industrial. Impacto Mecânico O tijolo industrial foi o único que resistiu ao impacto de um martelo, enquanto o de barro e o feito pelo grupo apresentaram uma baixa resistência a batida, quebrando com apenas uma martelada. Quedas O tijolo industrial aguentou até 1,5m. Os testes tiveram que ser parados nessa altura, uma vez que o chão se quebrou, inviabilizando jogar de uma altura mais alta. O tijolo de barro e o feito pelo grupo aguentaram, os dois, 0,5m. Fogo Os tijolos feitos pelo grupo e o industrial não foram danificados quando expostos ao fogo, até mesmo quando foi colocado álcool neles. A única coisa que o fogo foi capaz de fazer foi alterar a coloração externa dos tijolos, os tornando pretos por fora. Mesmo assim, a resistência deles não foi alterada. O de barro, além de ter a aparência alterada, perdeu resistência. Furadeira Os três tijolos foram furados com uma furadeira, e cada um apresentou um resultado diferente. Não foi possível furá-lo por conta da brita nele presente, que impedia isso. O de barro se rompeu ao meio quando foi furado, demonstrando mais uma vez sua ineficiência. Por fim, o industrial foi o melhor, uma vez que foi possível furá-lo e ele não quebrou. Água Os tijolos feitos pelo grupo e o industrial não tiveram a aparência alterada e não perderam resistência. O



de barro teve a coloração externa e resistência alteradas, tendo ficado mais fraco. Vinagre Os três tijolos tiveram a aparência externa alterada, ficando levemente mais escuros. Mesmo assim, apenas o de barro perdeu resistência, enquanto os outros se mantiveram iguais nesse requisito. Comparando os resultados obtidos pelo grupo com os de outros artigos científicos sobre o tema é possível perceber que os resultados foram muito parecidos. Um teste de solubilidade, por exemplo, feito na Universidade de Nanjing, na China, constatou que, nos tijolos testados por eles, a água teve o mesmo efeito que teve nos tijolos do grupo (ZIZENG et al., 2020). O líquido penetrou apenas na camada externa do tijolo, criando uma crosta molhada, enquanto o interior se manteve completamente íntegro, como na seguinte imagem:



Tijolo usado na China



Tijolo feito pelo grupo



O tijolo do grupo não resistiu a uma simples martelada



O tijolo industrial resistiu a uma martelada



O tijolo de barro não resistiu a uma martelada



O tijolo industrial resistiu a furadeira



O tijolo de barro quebrou com a furadeira



O tijolo feito pelo grupo não foi possível furar mais de dois milímetros.



O tijolo feito pelo grupo teve sua cor alterada quando submerso em vinagre, mas não perdeu resistência



O tijolo submerso em água não teve cor e nem resistência alteradas



O tijolo de barro perdeu resistência ao ser colocado em água



O tijolo de barro perdeu resistência quando submerso em água



O tijolo industrial teve cor alterada quando colocado em vinagre (na direita), mas manteve a coloração normal quando submerso em água (na esquerda). Em nenhum dos casos a resistência foi alter



O tijolo feito pelo grupo quebrou na altura mínima de 50 centímetros



O tijolo de barro quebrou na altura mínima de 50 centímetros



O tijolo industrial aguentou até a altura máxima de 1,5m. Os testes tiveram que ser parados nessa altura uma vez que o chão foi quebrado



O tijolo de barro perdeu resistência e teve a aparência alterada



O tijolo industrial não sofreu nenhuma alteração de resistência. O tijolo só ficou preto em uma parte



O tijolo feito pelo grupo não sofreu nenhuma alteração de resistência. O tijolo só ficou preto em uma parte

## Conclusão

Usando os resultados dos experimentos feitos pelo grupo é possível concluir que o tijolo mais viável para se utilizar em uma construção real seria o tijolo industrial. Os outros dois não seriam utilizáveis de qualquer maneira. Uma construção há de ser algo sólido e bem estruturado, duas características que o tijolo de barro e aquele que foi produzido pelo grupo não são possíveis de fornecer. Vale lembrar que já houveram muitos casos em que grandes incorporadoras tentaram baratear projetos através do uso de tijolos de baixa qualidade o que, na maioria dos casos, terminou em tragédia. Outra coisa a ser ressaltada é que um tijolo de barro é extremamente barato, chegando a custar até 10x menos do que um tijolo industrial, e por esse motivo continua, infelizmente, ainda sendo muito usado.



## Referências

- ZIZENG, Lin. Comparison of the Decontamination Performance of Three Permeable Bricks: Adsorption and Filtration Experiments. Polish Journal of Environmental Studies. Maio, 2020. Disponível em: <http://www.pjoes.com/Comparison-of-the-Decontamination-Performance-of-Three-Permeable-Bricks-Adsorption%2C114262%2C0%2C2.html>. Acesso em 02/09/2022.
- KUMAR, Anil; SHARMA, Tarun; Study of In-Situ Construction Materials on Mars. Acesso em: 16/03/2022.
- MERSMANN, 2015. The Fact and Fiction of Martian Dust Storms. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/feature/goddard/the-fact-and-fiction-of-martian-dust-storms>>. Acesso em: 25/03/2022.
- HAG et al., 2013. Launchers and Landers for a Manned Mission to Mars. Acesso em 25/03/2022.
- COUTINHO, Alexandre; 2005. Dinâmica das queimadas no estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local. Acesso em 27/04/2022.
- CHOW, B.J.; TZEHAN, C.; YING, Z.; YU, Q. Direct Formation of Structural Components Using a Martian Soil Simulant. Nature, n.7, v.1151, p.1-8, 2017. Acesso em 25/03/2022.



## Customização de camas para pet com máscaras descontaminadas e avaliadas: uma alternativa para reuso sustentável

Gabriela Marques, Heloísa de Paula, Manuela Heder e Maria Fernanda Rodrigues

Professores orientadores: Lucianne Aguiar e Marta Rabello

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Em meio a pandemia do COVID-19, houve um intenso descarte de máscaras que foi muitas vezes feito de modo indevido, causando danos ao meio ambiente. Visando isso, o projeto tem como objetivo testar um reuso das mesmas, através do desenvolvimento de camas para pets, sendo as máscaras o estofado. Foram recolhidos 4 tipos diferentes de máscaras (A: Mundial Fênix, B: Phita, C: KN95, e D: “tipo B”) a fim de analisar seus comportamentos físicos antes e depois de uma esterilização na autoclave. A análise foi feita com base nas necessidades do produto: bom isolamento térmico, impermeabilidade e maleabilidade. É importante dizer que para verificar se as características das máscaras eram viáveis, foram utilizados os resultados pós autoclave. Depois dessa passagem foi observado que as máscaras mais isolantes foram a Phita (A) e Mundial Fênix (B), além da única máscara impermeável ter sido a segunda (amostra B). A partir desses resultados pode-se concluir que a máscara A (Mundial Fenix) é a mais adequada para o reuso em uma cama para pets.

**Palavras-chave:** COVID-19; poluição; esterilização; Mundial Fênix; testes

### Abstract

During the COVID-19 pandemic, massive amounts of masks were disposed of, oftentimes incorrectly, inflicting damage to the environment. Aiming at that, the project has as objective to test the reuse of the masks trough the development of a pet's bed, being used in the upholstery. 4 different types of masks were collected (A: Mundial Fênix, B: Phita, C: KN95, e D: “B type”) with the purpose of analyzing their physical



characteristics before and after a sterilization in an autoclave. The analyse was done based on the requirements of the product: significant thermal insulation, impermeability, malleability. It is important to say that to verify if the masks characteristics were viable it was used the post-autoclave results. After this stage it was found that the most insulators masks were *Phita* (A) and *Mundial Fenix* (B), besides that the only water proof type of mask is *Mundial Fenix* (B). With this results, the main conclusion that can be drawn is that the A mask (*Mundial Fenix*) it's the most suitable one to be reused into a pet's bed.

**Keywords:** COVID-19; pollution; sterilization; Mundial Fenix; tests

## Introdução

Dia 31 de dezembro de 2019 a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, na China. Tratava-se de uma nova cepa de coronavírus que não havia sido identificada antes em seres humanos. Até os dias atuais sete coronavírus humanos (HCoVs) já foram identificados: HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKU1, SARS-CoV (que

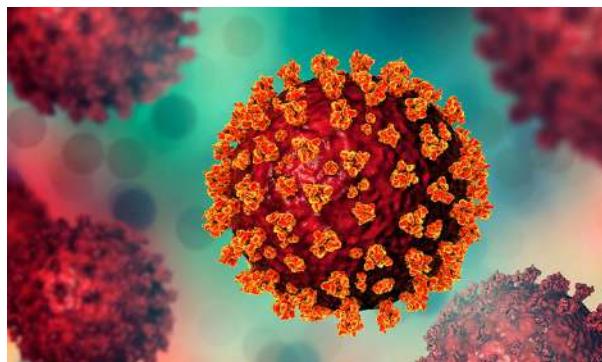


FIGURA 1  
Virus do COVID-19  
(PAHO, 2021)

causa síndrome respiratória aguda grave), MERS-CoV (que causa síndrome respiratória do Oriente Médio) e o, mais recente, novo coronavírus (que no início foi temporariamente nomeado 2019-nCoV e, recebeu o nome de SARS-CoV-2). Esse novo coronavírus é responsável por causar a doença COVID-19. (PAHO, 2021)

A doença se espalha por gotículas as quais pessoas infectadas soltam por meio da tosse, da fala ou mesmo da respiração (GOV, 2021). Por conta de tal meio de transmissão uma das formas de prevenção foi o uso de máscaras faciais, desde então pessoas as usam diariamente com o intuito de se proteger e proteger ao próximo. Muitas dessas, vem optando pelo uso de máscaras descartáveis, um problema, uma vez que foi avaliado que por minuto são descartadas aproximadamente 3 milhões de máscaras no mundo, sendo que cada uma delas demora em torno de 400 a 450 anos para se decompor na natureza.



Por tanto, se não houver uma reciclagem e uma conscientização relacionadas ao seu uso, isso futuramente será um sério problema ambiental. (PAHO, 2021)

A pandemia do coronavírus, como visto anteriormente, tem como consequência direta o descarte frequente de máscaras descartáveis. Lamentavelmente, o descarte indevido das máscaras pode suscitar em impactos ambientais e com isso posto, prejuízo na saúde animal e/ou até humana. A coleta e transformação de máscaras descartáveis em utensílios como sofás, colchões, cama para pet pode influenciar o público a buscar meios para a diminuição do descarte. Sem embargo, para uma possível transformação de máscaras é necessário entender os diferentes tipos existentes e quais suas propriedades e características.

São vários os tipos de máscaras, porém foram estudadas no projeto as descartáveis mais utilizadas: máscara cirúrgica e a N95, que variam de acordo com seu nível de filtração.

A máscara cirúrgica, muito utilizada casualmente, é capaz de filtrar entre 60% e 80% das partículas presentes no ar, teve sua projeção baseada em apenas um uso, sugerindo um maior descarte. Este tipo de máscara era anteriormente usado somente por profissionais da saúde durante cirurgias, mas não obstante já havia sido modo de retenção da transmissão em época de Gripe Espanhola (1919). A máscara é convencionada a partir de tecido-não tecido, mais conhecido como TNT, um material descartável devido à sua fluorescente retenção de bactérias, presente como composto na camada externa e interna da máscara, que devem possuir obrigatoriamente, para sua eficácia, um elemento filtrante. Além disso, para melhor ajuste da máscara rosto do humano, as máscaras descartáveis podem não apresentar um arame de aço que contorna o nariz (FRANCO *et al.*, 2020).



FIGURA 2  
Imagen de uma máscara cirúrgica  
(AMAZON, 2022)

ao  
ou



A máscara do tipo **N95** é uma das principais usadas para controlar infecções transmitidas pelo seu alto nível de filtragem mínima (95%). São compostas por diversas camadas de tecido não tecido (TNT) e já demonstrou, em outros estados, métodos de descontaminação como:



FIGURA 3:  
Imagen de uma máscara  
N95  
(MAGAZINE LUIZA, 2022)

- Calor úmido quente (WMH): A máscara é posta em um recipiente preenchido com água aquecida à aproximadamente 65 graus e após algumas horas na mesma, vai ao forno por 30 minutos. Após o processo, a máscara teve 4,81 log de vírus variáveis a menos.

- Irradiação Germicida Ultravioleta (UVGI): Uma lâmpada emissora de UV-C é utilizada para expor a radiação 15 minutos de cada lado de máscara. O uso do método resulta em média 41,81 logs de registros variáveis de vírus.

Os processos de desinfecção de máscaras N95 devem passar a ser mais utilizados, com o objetivo de visar o bem-estar e saúde dos animais afetados com o descarte de máscara, além da preservação de ecossistemas. (AGUIAR et al., 2020).

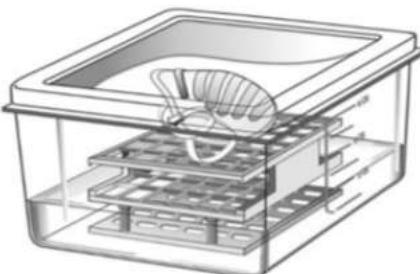


FIGURA 4  
Método de descontaminação WMH (AGUIAR et al., 2020)

Outrossim esse tipo de máscara não é, como a cirúrgica, tão usada casualmente devido à sua forma rígida e bem estruturada, tem um custo mais alto e limitação de oferta.

Uma das partes do trabalho então consiste em diferentes tipos de máscaras descartáveis e colocá-las no processo de esterilização da autoclave, assim retirando todos os germes e bactérias presentes, tornando- as possibilidades de fazerem parte de um reuso.



Inicialmente, foi feito a higienização e o estudo da composição das máscaras para que assim, o grupo achasse a melhor forma de reaproveitamento. Poucos sabem, mas apenas 13% dos resíduos sólidos são reutilizados, e é exatamente essa, uma das principais vias para reduzi-los. O que é muito importante tendo em mente que o acúmulo de resíduos são responsáveis por muitos problemas tanto para o espaço físico quanto para a proliferação de doenças (IPEA 2017).

Visando isso, o grupo teve o intuito de criar algo inovador com as máscaras do COVID-19 que fazem parte do dia a dia, todos os cidadãos jogando-as no lixo aumenta esse percentual, fazendo com que as pessoas possam cuidar da saúde de uma forma não prejudicial ao meio ambiente, e que desta forma as máscaras não sejam um problema no futuro e se tornem utilizadas a favor dos seres vivos.

A escolha deste trabalho foi feita pensando em tratar de uma questão atual que vem trazendo desdobramentos para o mundo e para o meio ambiente. A pandemia do COVID-19 se encaixa perfeitamente nesse quadro, onde muitas máscaras são descartadas regularmente e é preocupante as consequências que podem trazer. Com isso, o projeto foi criado para transformar essas máscaras em um segundo produto, tendo o intuito de influenciar a diminuição do descarte excessivo.

Como mencionado, nos últimos dois anos a população mundial sofre de uma pandemia na qual foi necessário a utilização de máscaras. Até poucos dias existiam leis ao redor do Brasil e do mundo que obrigavam o uso delas em locais abertos e fechados, resultando em um grande aumento na produção, consumo e descarte. Os dados da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento, Unctad, indicam que as vendas globais de máscaras foram de US\$ 166 bilhões em 2020. Um ano antes, este total era de US\$ 800 milhões, e mesmo não sendo mais obrigatório o uso, após 2 anos milhares de brasileiros ainda optam por continuar com a utilização dessas proteções. (UNCTAD, 2020)



FIGURA 5  
Imagen de uma máscara presa no pescoço de uma ave (CAMARGO, 2021)

Foi recomendado a troca de uma máscara descartável em média após 3 horas de utilização. Uma pessoa que segue essa recomendação é capaz de usar 112 máscaras por mês. Desde o início da pandemia, já foram mais de 12 bilhões de



máscaras jogadas fora (INSTITUTO AKATU, 2021). Por minuto são descartadas 3 milhões de máscaras em todo o mundo, e grande parte das mesmas são feitas de microfibras plásticas.

Em torno de 3,4 bilhões de máscaras ou protetores faciais do tipo *face shield* são descartados todos os dias. Estima-se que a Ásia jogue fora 1,8 bilhão de máscaras por dia, representando o continente com a maior quantidade. A China, com a maior população do mundo (1,4 bilhão), descarta quase 702 milhões delas diariamente. (OLIVEIRA, 2020)

As máscaras são consideradas descartáveis porque são baratas o suficiente para serem utilizadas apenas uma vez e depois jogadas fora. Mas apesar de prático, a maior questão é: não é possível realmente jogá-las fora.

Estas mesmas que nos protegem do vírus são dificilmente recicladas, e quando descartadas de maneira errada, podem prejudicar o meio ambiente. Segundo especialistas, o descarte incorreto das máscaras pode levar a contaminações de Covid-19, além de impactar diretamente a vida marinha, podendo causar morte de diversos animais. As máscaras descartáveis viram micro plásticos ao longo do tempo, sendo 500 anos de decomposição onde no oceano essa substância é muito prejudicial à vida marinha e a nossa própria vida, uma vez que consumimos os peixes, por exemplo (PUENTE, 2021). É importante a conscientização de que as máscaras não desaparecem ao serem descartadas e que a quantidade que está indo parar nos oceanos é assustadora.



**FIGURA 6**  
Imagen representativa da poluição marinha que o descarte de máscaras causa. (CAMARGO, 2021)

Para especialistas, a chegada de lixo no mar também é fruto de problemas estruturais da sociedade, como a pobreza, a má distribuição de renda e a dificuldade de acesso aos serviços públicos: “A gente tem uma série de outros elementos que tem o esgoto como via de chegada no mar, como a poluição difusa, o lixo jogado nas ruas ou mesmo o descarte inadequado de resíduos sólidos nos corpos d’água, enfim, é uma série de processos que tem suas raízes na pobreza, na má distribuição de renda, falta de acesso aos serviços públicos, no consumo não consciente e no descarte inadequado. É uma série de processos sistêmicos que acabam, dada a complexidade do problema e as mais variadas falhas nesse sistema, levando ao fenômeno do lixo no mar” (TURRA, 2020).

Apesar do mundo todo ser orientado a usar máscaras, muito pouco foi dito sobre o descarte ou reciclagem destas, e se não houver melhoria das práticas o mundo estará cada vez mais perto de um desastre ambiental.

A reciclagem está relacionada ao reuso do material para coisas uteis do dia a dia. "Cada 100 peças de roupa fabricadas, 60 vão para o lixo com menos de um ano de uso. Se incluir aí uma média de cinco máscaras de tecido por habitante, só na cidade de São Paulo seriam 60 milhões de máscaras descartadas" (PONCE 2021). Ou seja, em São Paulo, apenas nas máscaras foram gastos 440 mil metros quadrados de tecido". Ele então pode ser desfibrado para que essas fibras sejam utilizadas na fabricação de novas fibras têxteis sustentáveis que serão utilizadas em fiações, tecelagens, confecções e diversas coisas uteis, que ajuda com a preservação do meio ambiente e ainda torna em algo útil.



**FIGURA 7**  
Máscaras descartadas após o uso, que juntas estão formando lixo  
(ÉPOCA NEGÓCIOS, 2022)



## Objetivos

Os objetivos desse trabalho são: coletar diferentes tipos de máscaras descartáveis, passá-las por um processo de esterilização, testar as propriedades das máscaras antes e depois da autoclave (permeabilidade, isolamento térmico, padrão microscópico da trama) e estudar um possível reuso desse material para confeccionar uma cama para pets..

## Materiais e Método

Inicialmente, foram recolhidos 4 tipos de máscara descartáveis - variáveis independentes - (sendo 3 delas cirúrgicas – *Air safety*, Mundial Fênix e Phita, e a outra KN95 – Protective 50UN), com o intuito de submeter duas de cada tipo na autoclave sob uma alta temperatura, por um período de aproximadamente 30 minutos, sendo estas as constantes. Todas as máscaras foram colocadas dentro do *Papel Grau Cirúrgico e Filme PETPP*, selado com *Project Seal Junior*, em todas as passagens pela autoclave.

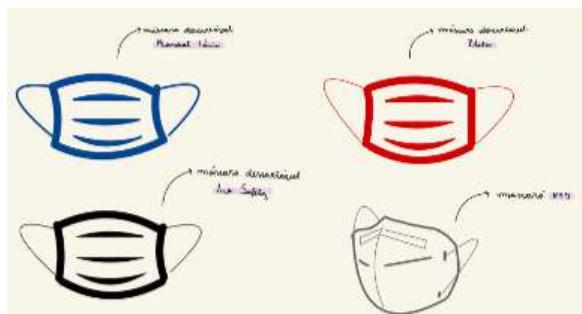
Antes do processo de esterilização foram realizados diversos testes para comparar os resultados antes e após a autoclave. Dentro deles a análise da trama da máscara por meio da lupa estereoscópica (antes – 20x; depois – 40x) estereoscópica e lupa digital (ampliação em torno de 200x). Além disso foi feita a análise da permeabilidade da máscara, colocando 1000 uL de água com corante alimentício amarelo por meio de uma pipeta e foi analisada durante 3 horas se a água passaria/absorveria com essa quantidade. Também foi feito um teste para ver a capacidade de isolamento térmico de cada amostra de máscara, com um Becker repleto de volume (30mL) de água e envolto dos tipos de máscaras. Foi medida a temperatura da água no becker no início, após 3 minutos, 6, e por fim, 9 minutos. Foram utilizados 4 beckers (1 para cada máscara), além de um controle (não envolto de máscara).

Foram realizados os mesmos testes após a esterilização para que se pudesse selecionar o tipo de máscara mais adequado para a confecção de um segundo produto que neste caso foi a cama para pets. A seleção foi baseada nos seguintes critérios: isolante (retém calor), rigidez, maleabilidade, permeabilidade, características que foram essenciais para o corrimento do projeto. A partir disso, foi feito um recolhimento

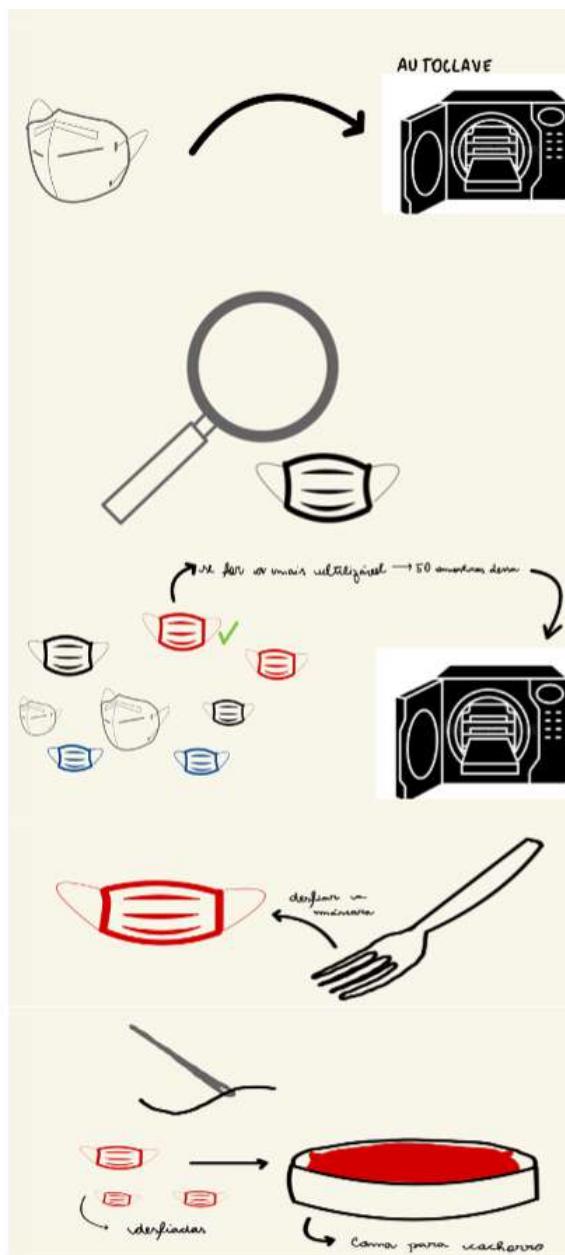


de 25 máscaras do tipo escolhido para que pudessem ser passadas pelo processo de esterilização a autoclave às mesmas condições da primeira passagem. Feito isso, as máscaras estiveram prontas para serem desfiadas com um garfo e a próxima etapa do projeto foi agrupar o material esfiapado com o intuito de confeccionar um estofado que acabou sendo revestido por um tecido macio, posteriormente costurado (com uma máquina de costura).

As etapas estão descritas na imagem abaixo (Figura 8):



1. Recolher duas amostras de cada tipo de máscara (*Mundial Fênix*, *Phita*, *Air Safety* – Cirúrgicas – *KN95*). As máscaras devem já estar usadas.



2. Submeter as amostras de cada tipo de máscaras na Autoclave, para um processo de esterilização separadamente, sob uma temperatura alta (todos os tipos passam pela Autoclave na mesma temperatura e tempo – constante).

3. Tirar as máscaras após a esterilização e observá-las, vendo qual tipo de máscara apresenta a estado melhor para ser reutilizada.

4. Selecionar o tipo de máscara mais reutilizável, colecionar 50 desse tipo e passá-las novamente pelo processo de esterilização.

5. Desfiar as máscaras com um instrumento similar a um garfo.

6. Agrupar as 50 máscaras desfiadas para formação do estofado da cama de cachorro.

7. Costurar o revestimento da cama de cachorro e após isso, o encher com o estofado de máscaras.

**FIGURA 8**  
Imagen descriptiva do design experimental do estudo das máscara

## Resultados e Discussão

As análises das máscaras trouxeram resultados peculiares referentes as características das máscaras pré e pós o processo de esterilização, tais como observação da trama da máscara nas lutas, isolamento e a permeabilidade. Os quadros abaixo descrevem as características das máscaras após os testes feitos:



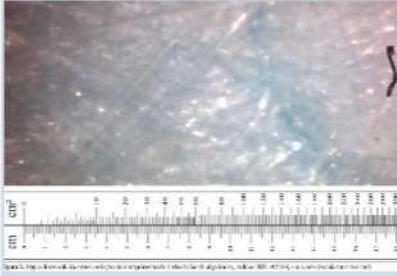
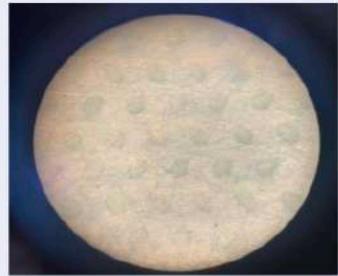
### Resultados Pré-Autoclave:

As análises descritas abaixo são referentes aos testes às máscaras antes de serem submetidas ao processo de esterilização em altas temperaturas.

*Tabela 1: experimentos e seus respectivos resultados – Microscópio, Lupa, Permeabilidade*

Tipo de máscara	Teste	Resultados (Descrição)	Resultados (Imagens)
Mundial Fênix	Passagem da água com corante – Teste de Permeabilidade (3hrs)	A água continuou na superfície	
Mundial fênix	Observação da trama da máscara por meio da lupa (AMPLIAÇÃO EM TORNO DE 200X)	Trama com fios espessos e entrelaçados	
Mundial fênix	Observação da trama da máscara por meio da lupa estereoscópica (20X)	Em uma menor ampliação, a trama fica mais fina e pode-se ver alguns círculos, também aparentes a olho nu	

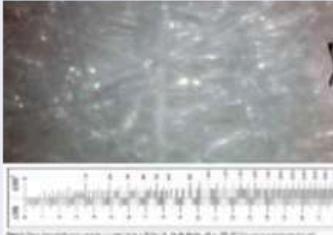


Phita	Passagem da água A água continuou na com corante – Teste superfície de Permeabilidade (3hrs)	
Phita	Observação da Fios não tão espessos trama da máscara quanto a Mundial por meio da lupa Fênix, mas muito ( <u>AMPLIACÃO</u> EM entrelaçados TORNO DE 200x)	
Phita	Observação da Visão semelhante à trama da mascara Mundial Fênix, mas por meio da lupa não é possível ver estereoscópica quaisquer fio mais (20X) detalhadamente	



KN95	Passagem da água A superfície da com corante – Teste máscara absorveu de Permeabilidade toda a água que (3hrs) estava sobre ela	
KN95	Observação da Fios não tão espessos trama da máscara quanto a Mundial por meio da lupa Fênix, mas muito (AMPLIA EM 200x) entrelaçados. Similar TORNO DE 200x a Phita	
KN95	Observação da Os círculos não são trama da máscara tão claros talvez por meio da lupa devido a cor branca, e estereoscópica os fios são muito (20X) perceptíveis e mais finos	



<b>Tipo (branca)</b>	<b>B</b> Passagem da água com corante – Teste de Permeabilidade sobre a máscara (3hrs)	A quantidade de água que estava permaneceu sobre a superfície	
<b>Tipo (branca)</b>	<b>B</b> Observação da trama da máscara muito espessos e por meio da lupa muito entrelaçados <u>(AMPLIAÇÃO EM TORNO DE 200x)</u>	Também possui fios trama da mascara muito espessos e por meio da lupa muito entrelaçados	
<b>Tipo (branca)</b>	<b>B</b> Observação da trama da máscara por meio da lupa estereoscópica (20X)	Os círculos não são tão claros talvez devido a cor branca, e os fios são muito perceptíveis e mais finos. Similar à KN95	



Além dos testes citados acima, também foi realizado um teste para avaliar o isolamento térmico das máscaras em um intervalo de tempo de 9 minutos. A tabela abaixo descreve as características detalhadamente.

*Tabela 2: experimentos e seus respectivos resultados – Isolamento Térmico*

Tipo de máscara	Controle	Tipo B (branca)	Mundial Fênix (preta)	Phita (azul)	KN95
Tempo (minutos)	0	0	0	0	0
Temperatura (°C)	52,7	52,9	53,4	52,2	53,7
Tempo (minutos)	3	3	3	3	3
Temperatura (°C)	44	45,9	48,2	47,2	47,6
Tempo (minutos)	6	6	6	6	6
Temperatura (°C)	40,3	42,4	45,1	44,1	46,6
Tempo (minutos)	9	9	9	9	9
Temperatura (°C)	38,2	39	42,4	42,5	43,8
Variação (Ti - Tf)	14,5	13,9	11	9,7	9,9

Ordem de isolamento térmico descrito na tabela 2 (da mais isolante para a menos isolante): *Phita, KN95, Mundial Fênix, Tipo B*

#### *Pós-Autoclave:*

As análises descritas abaixo são referentes aos testes às máscaras antes depois de serem submetidas ao processo de esterilização em altas temperaturas.

*Tabela 1: Experimentos e seus respectivos resultados – Microscópio, Lupa, Permeabilidade*



Tipo de máscara	Teste	Resultados (descrição)	Resultados (imagem)
Mundial Fênix	Passagem da água com corante – teste de permeabilidade (3hrs)	Igualmente a pré-autoclave, a água continuou na superfície	
Mundial Fênix	Observação da trama da máscara por meio da lupa digital (200X)	Fios continuam espessos. Por essa lupa não se vê grande diferença em relação a pré-autoclave	
Mundial Fênix	Observação da trama da máscara por meio da lupa estereoscópica (40X)	Diferentemente da análise da trama pré-autoclave, esta parece ter sido esticada durante a esterilização, o que se pode ver em áreas em que “não há trama”	
Phita	Passagem da água com corante – teste de permeabilidade (3hrs)	Diferentemente da pré-autoclave a máscara absorveu toda a água da superfície	



<u>Phita</u>	Observação da trama da máscara por meio da lupa digital (200X)	Fios não tão espessos quanto a Mundial Fênix, mas muito entrelaçados, muito semelhante à trama da pré-autoclave	
<u>Phita</u>	Observação da trama da máscara por meio da lupa estereoscópica (40X)	Não se vê grande mudança em relação à pré-autoclave. Talvez as “bolas” que podíamos ver antes da passagem pela autoclave, pareçam maiores, outro assim a ampliação da lupa neste caso foi maior	
KN95	Passagem da água com corante – teste de permeabilidade (3hrs)	Igualmente a pré-autoclave, a água da superfície foi absorvida	
KN95	Observação da trama da máscara por meio da lupa digital (200X)	Assim como qualquer outra trama vista pela lupa digital, não se pode ver diferença significativa às respectivas máscaras pré-autoclave	



KN95	Observação da trama da máscara por meio da lupa estereoscópica (40X)	Não se vê grande mudança em relação à pré-autoclave. Talvez as “bolas” que podímos ver antes da passagem pela autoclave, pareçam maiores, outro assim a ampliação da lupa neste caso foi maior	
Tipo B (branca)	Passagem da água com corante – teste de permeabilidade (3hrs)	Igualmente a pré-autoclave, a água permaneceu na superfície	
Tipo B (branca)	Observação da trama da máscara por meio da lupa digital (200X)	Não há diferença em relação à trama na lupa pré-autoclave	
Tipo B (branca)	Observação da trama da máscara por meio da lupa estereoscópica (40X)	Não se vê grande mudança em relação à pré-autoclave. Talvez as “bolas” que podímos ver antes da passagem pela autoclave, pareçam maiores, outrrossim a ampliação da lupa neste caso foi maior	



Observação: Alguns resultados depois da autoclave na lupa estereoscópica podem se dar diferentes de antes porque a ampliação nesta da segunda vez foi maior.

*Tabela 2: experimentos e seus respectivos resultados – Isolamento Térmico*

Tipo de máscara	Controle	Tipo B (branca)	Mundial Fênix (preta)	Phita (azul)	KN95
Tempo (minutos)	0	0	0	0	0
Temperatura (°C)	58,1	45,8	42	36,7	50,7
Tempo (minutos)	3	3	3	3	3
Temperatura (°C)	48,4	40,4	38,1	34,2	45,7
Tempo (minutos)	6	6	6	6	6
Temperatura (°C)	42	36,7	35,3	32,4	41,8
Tempo (minutos)	9	9	9	9	9
Temperatura (°C)	37,3	33,9	33,1	30,5	38,6
Variacão (Ti - Tf)	20,8	11,9	8,9	6,2	12,1

Ordem de isolamento térmico (do mais para o menos isolante): *Phita, Mundial Fenix, Tipo B, KN95*

## Discussão:

### Pré-Autoclave:

Em relação ao experimento de permeabilidade a única máscara que o líquido penetrou foi a KN95, algo não esperado, por comumente esta ser considerada a mais eficiente. Esse resultado talvez possa ser explicado pela espessura das tramas, que já não é tão significativa quanto às outras máscaras.

Já no experimento de isolação térmica, chamou atenção que a máscara *Phita* (cor: azul) foi a mais isolante, com resultados específicos de variação de 9,7 °C, e a tipo *B*, a menos isolante (variação de 13,9 °C). Uma possível explicação para esses resultados é que a branca talvez seja a menos isolante, pelo fato de sua cor absorver mais calor e não refletir à água do *Becker*. Logo, a máscara azul possa ser considerada a mais isolante térmica, provavelmente porque suas tramas são muito entrelaçadas, retendo mais o calor no interior do *Becker*.

### Pós-Autoclave:

Quanto a análise do experimento da permeabilidade das máscaras, chama-se atenção para a máscara *Phita*, visto que antes da autoclave esta se apresentava impermeável e após a esterilização a mesma tornou-se permeável. O mesmo ocorreu com a máscara do tipo *B*, porém a impermeabilidade desta foi um pouco maior dado



que o líquido não foi absorvido por completo. Inicialmente, foi pensado que estes resultados estavam relacionados as suas respectivas tramas. Entretanto, após a análise do processo como um todo, pode-se perceber que estes fatores não estão correlacionados e sim outros ainda não identificados, como uma possível alteração microscópica não visível na observação feita pelo grupo.

Apesar de nessas máscaras os resultados terem sido diferentes, a Mundial Fênix assim como a KN95 não houve alterações quanto a permeabilidade. A primeira manteve-se impermeável (retendo o líquido) sendo agora a única com esta propriedade, enquanto a segunda manteve-se com o aspecto permeável (o líquido atravessou-a), podendo haver uma grande camada repelente que, mesmo após esterilização, parece ter permanecido. Ambos resultados da KN95, antes e pós autoclave, são refutados em relação ao estudo feito pela Poli Instrumentos (s. d.), que diz que a camada externa da máscara possui um tratamento repelente a água, para que gotas de líquido não a penetrem. Por mais que os resultados sejam diferentes, isso pode ser explicado pelo experimento da Poli Instrumentos (s.d.) trabalhar com máscaras ainda não utilizadas e aqui, neste experimento, foram utilizadas máscaras usadas. Este pode ser um motivo pelo líquido não penetrar na máscara neste caso. A inferência é que o uso da máscara KN95 deteriora a propriedade de máscara, devido ao repelente, de ser impermeável.

Em relação ao isolamento térmico das máscaras, nota-se uma alteração na ordem, porém a máscara mais isolante permaneceu sendo a *Phita*. Percebe-se mais uma vez que o fator analisado não tem relação com a trama da máscara, sendo o fator, dessa vez, o isolamento. Isso se confirma pelo fato do isolamento da máscara se alterar ao mesmo tempo que na trama não se vê significativas mudanças, tendo novamente uma provável mudança não visível.

A máscara *Mundial Fenix*, por sua vez, tornou-se a segunda mais isolante, este resultado pode ser um comprovante de que não há relação entre trama e isolamento, uma vez que pela análise na lupa percebeu-se que a trama “abriu” comparada à antes da autoclave. De imediato, encarando esses resultados, sem fazer o teste de isolamento, poderia ser pensado que a máscara se tornaria menos isolante.

Portanto, foi possível o reuso da máscara em um segundo produto, essencialmente pensado na redução do lixo que estas causam e nos animais necessitados já que estas camas produzidas foram doadas à ONG's..



## Conclusão

Após a análise dos resultados da pré e pós autoclave é possível concluir que as máscaras do tipo *Mundial Fenix* são as mais reutilizáveis para a produção de uma cama para pet; que requer bom isolamento térmico e impermeabilidade, visto que o primeiro reterá o calor, deixando-a aquecida e o segundo, em caso de algum líquido cair na cama, como urina ou chuva, será fácil de limpá-la. Esse tipo teve segundo maior isolamento térmico, logo atrás da *Phita*, outrossim esta não se adequa aos critérios já que absorveu a água com corante depois da passagem pela autoclave. Por conseguinte, a máscara Mundial Fenix foi a escolhida devido as suas propriedades que mais se adequam as características que uma cama para pets requer, visando o conforto dos animais que a ela utilizarem.

## Referências

### TEXTO:

- AGUIAR, B. F., LIND, J., NETTO, H. P., RAMIRES, Y., RAMOS, M. P., & ROCHA, J. L. P. Reprocessamento de máscaras N95 ou equivalente: uma revisão narrativa. *Journal of Infection Control*, 9(2), 76-83. 2020. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/profile/Harli-Pasquini-Netto/publication/342504183\\_Reprocessamento\\_de\\_mascaras\\_N95\\_ou\\_equivalente\\_uma\\_revisao\\_narrativa/links/5ef7d2b0458515505078ae28/Reprocessamento-de-mascaras-N95-ou-equivalente-uma-revisao-narrativa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Harli-Pasquini-Netto/publication/342504183_Reprocessamento_de_mascaras_N95_ou_equivalente_uma_revisao_narrativa/links/5ef7d2b0458515505078ae28/Reprocessamento-de-mascaras-N95-ou-equivalente-uma-revisao-narrativa.pdf)> Acesso em: 25/03/2020 >. Acesso em: 25/03/2022.
- CAMARGO, S. Ao jogar máscaras no lixo, não esqueça: corte o elástico antes. 2021. Disponível em: < <https://conexaoplaneta.com.br/blog/ao-jogar-mascaras-no-lixo-nao-esqueca-corte-o-elastico-antes/#fechar> >. Acesso em: 25/03/2022.
- FRANCO, A., FRANCO, A., DE CARVALHO, G., RAMOS, E., Dias, S. Máscaras cirúrgicas em tempos de coronavírus. (2020). Disponível em <https://iajmh.emnuvens.com.br/iajmh/article/view/73/129> Acesso em: 25/03/2022
- GOV. Como é transmitido? 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/como-e-transmitido>>. Acesso em: 25/03/2022.
- IPEA. Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem. 2017. Disponível em:



<[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29296](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296)

- MALAFAIA, A. Autoclave: O que é, tipos, como funciona e onde comprar. 2020. Disponível em: <<https://www.mobiloc.com.br/blog/autoclave-o-que-e/>>. Acesso em: 25/03/2022.
- OLIVEIRA, K. Descarte incorreto de máscaras pode causar impacto nos oceanos. 2020. Disponível em: <<http://jornal.usp.br/actualidades/descarte-incorreto-de-mascaras-pode-causar-impacto-nos-oceanos/#:~:text=Segundo%20especialista%2C%20o%20descarte%20incorreto,que%20porventura%20ingiram%20os%20itens>>. Acesso em: 25/03/2022.
- PAHO. Histórico da pandemia de COVID-19 s.d. 2021. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>>. Acesso em: 25/03/2022.
- PUENTE, B. Pandemia: mais de 12 bilhões de máscaras já foram descartadas no Brasil. 2021. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/pandemia-mais-de-12-bilhoes-de-mascaras-ja-foram-descartadas-no-brasil/>>. Acesso em 25/03/2022.
- SPLABOR. O que é uma Autoclave? Definição , partes, princípio, procedimento, tipos, usos. 2021. Disponível em: <<https://www.splabor.com.br/blog/autoclaves/o-que-e-uma-autoclave-definicao-partes-principio-procedimento-tipos-usos/>>. Acesso em: 25/3/2022.
- POLI INSTRUMENTOS. Qual a importância de medir a Permeabilidade das Máscaras Médicas Protetoras? s.d. Disponível em: <<https://polinstrumentos.com.br/noticias/permeabilidade-mascara-protetora/>> Acesso em: 26/08/2022

#### IMAGENS:

- FIGURA 1 - PAHO. Histórico da pandemia de COVID-19 s.d. 2021. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>>. Acesso em: 25/03/2022.
- FIGURA 2- AMAZON. Máscaras descartáveis 50 peças, máscara respirável descartável casual. 2022 .Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Máscaras-descartáveis-respirável-descartável-escritório/dp/B088PWYCMN>>. Acesso em: 25/03/2022.
- FIGURA 3 - MAGAZINE LUIZA. Kit 2 Máscaras N95 Proteção Respiratória Pff2 - Polipropileno - 3D. 2022. Disponível em: <<https://www.magazineluiza.com.br/kit-2-mascaras-n95-protecao-respiratoria-pff2-polipropileno-3d/p/efddbacc85/pi/mscr/>>. Acesso em: 25/03/2022.
- FIGURA 4 - AGUIAR, B. F., LIND, J., NETTO, H. P., RAMires, Y., RAMOS, M. P., & ROCHA, J. L. P. Reprocessamento de máscaras N95 ou equivalente: uma revisão narrativa. Journal of Infection Control, 9(2), 76-83. 2020. Disponível



em:<[https://www.researchgate.net/profile/Harli-Pasquini-Netto/publication/342504183\\_Reprocessamento\\_de\\_mascaras\\_N95\\_ou\\_equivalente\\_uma\\_revisao\\_narrativa/links/5ef7d2b0458515505078ae28/Reprocessamento-de-mascaras-N95-ou-equivalente-uma-revisao-narrativa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Harli-Pasquini-Netto/publication/342504183_Reprocessamento_de_mascaras_N95_ou_equivalente_uma_revisao_narrativa/links/5ef7d2b0458515505078ae28/Reprocessamento-de-mascaras-N95-ou-equivalente-uma-revisao-narrativa.pdf)> Acesso em: 25/03/2020 >. Acesso em: 25/03/2022.

- FIGURA 5- CAMARGO, S. Ao máscaras no lixo, não esqueca: corte o elástico antes! 2021. Disponível em: <<https://conexaoplaneta.com.br/blog/ao-jogar-mascaras-no-lixo-nao-esqueca-corte-o-elastico-antes/>>. Acesso em 25/03/2022.
- FIGURA 6 – CAMARGO, S. Mais de 25 mil toneladas de lixo plástico proveniente da pandemia foram despejados nos oceanos. Disponível em: <<https://conexaoplaneta.com.br/blog/mais-de-25-mil-toneladas-de-lixo-plastico-proveniente-da-pandemia-foram-despejados-nos-oceanos/#fechar>>. Acesso em 25/03/2022.
- FIGURA 7 - ÉPOCA NEGÓCIOS. Lixo tóxico: 3 milhões de máscaras são descartadas por minuto no mundo. 2022. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2022/02/lixo-toxico-3-milhoes-de-mascaras-sao-descartadas-por-minuto-no-mundo.html>>. Acesso em 25/03/2022..



## A comprovação da Terra esférica por meio de experimentos simples

Anna Sophia Iizuka, Carolina Pomilio, Esther Goldfarb, Karina Monegatti e Sophia Curado.

Professor(a) orientador(a): Marta Rabello, Carolina Oreb, Carolina Zambrana  
**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

O aumento crescente de seguidores de teorias conspiratórias, como os terraplanistas, decorre da falta de acessibilidade do conhecimento científico. Dessa forma, conduzimos uma pesquisa para provar a eficiência de experimentos simples na educação de pré-adolescentes. Estudantes do sexto ano do Colégio Bandeirantes responderam um questionário sobre o conhecimento deles sobre a teoria da Terra plana e o quanto eles sabiam sobre a Terra ser esférica. A pergunta principal da pesquisa foi: “Como podemos provar que a Terra é redonda com experimentos simples?”. Para respondê-la, após concluirmos o questionário previamente mencionado, foi dada uma aula na qual experimentos clássicos foram apresentados. Estes foram um modelo dos Gnômons de Eratóstenes, um barco de papel demonstrando o horizonte e bolhas de sabão como um exemplo do campo magnético da Terra. O estágio final do projeto foi pedir aos alunos para responderem um questionário diferente sobre sua compreensão dos experimentos. Os resultados obtidos mostraram uma diferença clara entre os alunos que não estiveram presentes para assistir as demonstrações e os que estavam lá, que mostraram um entendimento maior do assunto. Sendo assim, pôde-se concluir que a aprendizagem científica é mais eficiente quando executada de forma simples e objetiva.

**Palavras-chave:** Terra plana; educação científica; pré adolescência; acessibilidade.

### Abstract



The increasing rise in followers of conspiracy theories, such as flat-earthers, comes from the lack of accessibility to scientific knowledge. Therefore, we conducted a research to prove the efficiency of simple experiments in the education of preteens. Students of the Bandeirantes school were asked to fill in a questionnaire about their knowledge of the flat earth theory and how much they knew about the earth being round. The main question of the research was “How can we prove that the earth is round with simple experiments?”. To answer it, after we conducted the first survey, as previously stated, we taught a class in which classical experiments were showcased. They were a model of Eratosthenes' gnomons, a paper boat that demonstrated the horizon and soap bubbles as an example of the earth's magnetic field. The final stage of the project was to ask the students to fill out a different quizz about their understanding of the experiments. The results obtained showed a clear difference between the kids who didn't watch the demonstrations and the ones who did, who showed a greater comprehension of the subject. Subsequently, it can be concluded that scientific education is more efficient when executed in a simple and objective way.

**Keywords:** Flat-earth; scientific education; preadolescent; accessibility.

## Introdução

Em um momento como este, no qual a ciência vem sendo atacada por uma onda de desinformação, a população se vê cada vez mais desconectada da comunidade científica. O aumento da disseminação de informações falsas por parte de pessoas sem credencial de credibilidade facilmente acessíveis pelo povo influenciável está se provando uma ameaça ao saber científico. A internet possibilita a criação de um canal de grande proporção, vulgarizando comunicações dubitáveis, onde qualquer um pode assumir o papel de educador e conquistar uma multidão de seguidores apenas por ser mais comprehensível do que fontes oficiais. Grande parte disso é consequência da elitização da ciência, que se tornou predominante a partir do século XIX (SQUICCIARINI; VOIGTLÄNDER, 2016).

Desde o começo dos tempos, povos criam crenças para o formato do planeta que habitam. A teoria que foi mais disseminada, com variações, foi a da Terra plana. De mapas feitos em placas de pedra na Babilônia e no Egito ao primeiro mapa plano registrado no Iraque, todos retratavam a Terra como um círculo em 2D rodeado pelo



mar. A imagem abaixo é um exemplo de mapa, feito por Heródoto, entre 450 a.C. e 430 a.C., que assumia que a Terra era plana por causa das tecnologias e crenças limitadoras da época.



Mapa de Heródoto do mundo (<https://www.britannica.com/science/map/Maps-and-geography-in-the-ancient-world>)

Hoje em dia, já temos a confirmação científica de que a Terra é esférica, mas o número de pessoas que não acredita nisso ainda é grande e, recentemente, está crescendo cada vez mais. Nos últimos 30 anos (MCINTYRE, 2018), houve um aumento do número e influência de grupos religiosos conservadores no Brasil e Estados Unidos (OLIVEIRA; POSNER, 2020). Estes grupos estão num processo de manipular as massas e transformar a veracidade de fatos científicos numa ferramenta política baseada em religião. Vídeos no Youtube que propagam a teoria da Terra plana alcançam milhões de visualizações e conquistam um público influenciável que se torna fiel ao ideal. Os líderes se aproveitam do fato de seus seguidores serem em maior parte pessoas com baixa educação procurando uma explicação para os fenômenos que não entendem e acabam recorrendo à religiosidade (MCPHETRES; ZUCKERMAN, 2018).

No entanto, esse fenômeno não ocorre por acaso e nem é completamente culpa da Igreja. Um dos maiores responsáveis foi a burguesia iluminista do século XIX, que defendia o uso da razão e modernização, porém ao ascender politicamente não estendeu as mesmas oportunidades que lutaram para conseguir as classes mais baixas, assim começando o processo de elitização da ciência. Os efeitos desse acontecimento tem consequências até hoje, artigos científicos são publicados com palavras difíceis e qualquer um que não é especialista no assunto não tem como entendê-lo, afetando principalmente os com baixa escolaridade. O povo não tem porque acreditar em algo que não foi feito para eles entenderem, assim acabam



criando suas próprias explicações ou, na maioria das vezes, acreditando em coisas falsas ditas por alguém crível. É muito fácil acreditar que o governo está mentindo sobre o formato da Terra ou que vacinas são um meio de controle e coisas do tipo quando quem tenta te convencer disso fala de um jeito que você consegue compreender (PRICE, 1972).

Sendo assim, concluiu-se que a elitização da ciência dificulta o acesso à informação por parte do povo, o que o torna mais suscetível a acreditar em teorias conspiratórias. Parte do combate a essas teorias depende de criar uma linguagem mais acessível para explicar os fenômenos da natureza. Afinal, o motivo da sociedade ter chegado num ponto onde a ciência é algo prestigioso e complexo vem de muito antes, quando não havia nada disso, e o ser humano já estudava o funcionamento do mundo sem nenhum dos recursos que há hoje.

Apesar de toda a controvérsia, a Terra já havia sido provada como esférica após o experimento concluído por Eratóstenes, cerca de 200 anos antes de Cristo, onde o matemático grego utilizou a geometria básica e cálculos simples para provar que a Terra era redonda e calculou com grande precisão, para a época, a circunferência terrestre. Durante a Idade Média, a crença da Terra plana foi negada e perseguida, pois a Igreja, um dos únicos órgãos estatais e com poder, pressupunha que tal ideia faria com que o poder inegável da instituição permanecesse. A ideia ressurgiu com as teorias e o conhecimento do infame Galileu Galilei que como pode se observar questionava as teorias aristotélicas populares, defendidas e pregadas pela Igreja (CREASE, 2006).

“Dentre essas suposições está tudo aquilo que Aristóteles nos ensina em sua Dialética, concernente ao tornar-nos precavidos no evitar as faláciais do discurso (...)" - Citação da carta de Galileu para Fortunio Liceti (15 de setembro de 1640).

Galileu foi oprimido e perseguido pelo órgão estatal mais poderoso da época e teve que retificar sua teoria, ameaçado de tortura e condenado em prisão domiciliar.

Porém, as suas ideias já haviam influenciado muitas pessoas. Cristóvão Colombo só encontrou o continente americano pois acreditava que poderia navegar até as Índias pelo ocidente, e confirmou que não havia um abismo além dos lugares conhecidos (CAVALCANTE; Brasil Escola.)



Finalmente, concluímos que o objetivo do trabalho é estudar e criar um modo de combater as pseudociências que oferecem risco ao desenvolvimento do pensamento geral. Decidiu-se analisar e desmentir com base no ponto de vista científico, o terraplanismo, uma das crenças mais nocivas e propagadas, que mesmo após ser refutada por diversos cientistas e evidências concretas ainda persiste em diversos grupos da sociedade e principalmente na internet. Para isso, este trabalho apresentou uma oficina onde o grupo fez experimentos que provam que a terra é redonda utilizando termos e testes que possam ser entendidos por crianças com o intuito de provar que a acessibilidade da ciência diminuiria a frequência da expansão de movimentos que negam o cientificamente comprovado.

Na última fase do trabalho, foi feita uma apresentação e vivência de experimentos simples e práticos aos alunos do 6º e 7º ano do Fundamental I. Com tal proposta, desejamos comprovar que termos acessíveis e facilmente replicáveis são capazes de combater a elitização da ciência e, logo, desinformações propagadas por oportunistas que desejam conquistar o apoio de pessoas que não obtiveram explicações comprehensíveis sobre o formato da Terra. O que nos leva a pergunta principal do trabalho: “Como podemos provar que a terra é esférica com experimentos simples?”

## Objetivos

**Principal:** refutar as teorias amplamente disseminadas sobre o terraplanismo utilizando instrumentos simples da ciência

### Específicos:

- Testar experimentos simples que comprovam que a Terra é redonda;
- Provar que é possível evidenciar o formato da Terra com linguagem mais acessível;
- Analisar o impacto da realização de uma oficina para alunos mais novos exibindo os experimentos feitos previamente.

## Materiais e Método

### Métodos



Adaptação do experimento de Eratóstenes de comparar as sombras de dois gnômons em pontos diferentes em uma superfície plana e inclinada, projetar um barco de papel no horizonte e mostrar como o mesmo não desaparece subitamente, explicar o porque bolhas de sabão que são feitas com arames de variados formatos ainda são redondas e quizzes diagnósticos antes e depois de cada etapa sobre o entendimento dos alunos.

## Materiais

Cartolina, construção dos gnômons, água, arame, sabão, barquinho de papel, recipiente, computadores e papel.

## Execução dos métodos

Bolinhas de sabão: Detergente, água, três bêqueres, adoçante, açúcar, arame e microondas. Os ingredientes (detergente, água e adoçante e/ ou açúcar) foram misturados em diferentes proporções, dentre eles apenas um foi esquentado no microondas. Após testar a eficiência das três misturas, o procedimento foi repetido e apenas uma mistura foi selecionada para o experimento final.

Barquinho de papel: Duas folhas de papel grandes e arame. Uma das folhas foi dobrada no formato de um barquinho de papel e a outra foi utilizada como suporte para representar a curvatura da Terra. O barquinho foi depositado em uma das extremidades da folha de papel e arrastado em duas situações diferentes; a primeira onde a folha suporte estava na posição horizontal enquanto o barquinho era puxado para a outra extremidade. O outro caso era onde o papel suporte estava levemente curvado, levando a um resultado diferente do caso anterior.

Gnômons: Uma folha de papel A3, arame, cola quente, palitos de sorvete e luminária. Na folha foram colados os gnômons, palitos de sorvete, e acima do experimento foi posicionado uma luminária que emitiam em uma direção específica. Quando a folha é curvada o tamanho das sombras varia, já quando, ela é mantida plana a sombra se mantém iguais.



## Resultados e Discussão

Na primeira parte do experimento, que foi feita nos dias 19 e 22 de Agosto, 41 alunos da 6<sup>a</sup> série responderam à pesquisa durante o intervalo das aulas. Os resultados revelaram que a grande maioria dos alunos (97,6%) tem interesse por ciências naturais e desses, uma percentagem significativa (75,6%) encontra esse tópico ocasionalmente no cotidiano.

Como revelado pela pesquisa, grande parte dos alunos tem interesse por ciências naturais, esse dado expõe uma tendência seguida por escolas modernas que estimulam o debate, a postura crítica frente à participação da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e a construção e a efetivação de ações transformadores dentro da sociedade. (SANTOS; CANEVE; GIASSI; FROTA, Apud AMORIM). O interesse dos alunos estimula-os a adquirir o conhecimento científico porém não é o suficiente para o aprendizado; “É indispensável que o professor, para explicar uma matéria, passe continuamente da mesa de experiência para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível, o abstrato do concreto. Quando voltar à experiência, estará mais preparado para distinguir os aspectos orgânicos do fenômeno [...]”. (BACHELARD, 1968).

Além desses resultados, a pesquisa mapeou o conhecimento prévio dos entrevistados sobre a teoria da Terra plana e evidências que comprovam a esfericidade da Terra. Os resultados obtidos mostram que a maior parte dos alunos (92,7%) já haviam ouvido falar da teoria da Terra plana. Desses, grande parte (63,4%) foi informado da hipótese pela internet, outros por amigos (22%), familiares (19,5%), escola (2,4%), professores (2,4%) ou não lembram (19,5%) com apenas 7,3% que não conhecem a tese.

O contato frequente com conteúdo científico colabora a projetar as teorias aprendidas nas salas de aula no cotidiano, dessa forma, o processo de aprendizado é facilitado.

Outra pergunta relevante é se as crianças acreditavam na teoria e nessa 85,4% responderam negativamente e 7,3% não soube responder. Logo, na próxima questão, se eles conheciam evidências que a Terra é redonda, 70,7% afirmaram que sim e 29,3% que não, mesmo assim quando questionados caso têm motivos para afirmar



que a Terra é esférica, uma porcentagem maior do que na pergunta anterior respondeu que sim e consequentemente, 24,4% negou.

Pergunta “Ciências naturais incitam sua curiosidade?”

Categorias	Sim	Não
Frequência	97,6%	2,4%

Pergunta “Você entra em contato com mídias que envolvem ciências naturais em seu cotidiano?”

Categoria	Sim	Não	Às vezes
Frequência	75,6%	14,6%	9,8%

Pergunta “Você já ouviu falar na teoria da Terra plana?”

Categoria	Sim, já ouvi falar	Não, nunca ouvi falar
Frequência	92,7%	7,3%

Pergunta “Se você respondeu sim na questão 4, acredita nessa teoria?”

Categoria	Sim, acredito	Não acredito	Não sei	Nunca ouvi falar
Frequência	0,0%	85,4%	7,3%	7,3%

O quiz final foi realizado no dia 26 de agosto numa sala com 38 alunos após a explicação e demonstração dos experimentos, com o objetivo de medir a compreensão dos alunos em relação a estes.

A primeira pergunta foi se caso o conhecimento dos alunos se aprofundou ou modificou devido à apresentação das evidências da Terra esférica. 86,8% indicou que o entendimento deles foi aprofundado, 10,5% afirmou que foi tanto expandida quanto modificada e 2,9% negou qualquer mudança.

O segundo item questionava se os alunos tinham interesse por ciências naturais. A resposta mais assinalada foi “mais ou menos”, sendo escolhida por 44,7%



dos estudantes, em seguida “sim”, com 34,2%, e logo após “já tinha interesse antes”, com 18,4% e, por último, “não”, com 2,7%.

A terceira questão indagava qual experimento despertou a curiosidade dos alunos. Em primeiro lugar, “bolhas de sabão”, sendo selecionado 30 vezes, em seguida “barquinho de papel”, escolhido 17 vezes e, então, “Eratóstenes”, selecionado 12 vezes, e nenhum 1 vez.

O quarto questionamento era qual dos experimentos foi mais efetivo para a compreensão do assunto e, diferentemente da última pergunta, a resposta mais assinalada foi “barquinho de papel” (26 vezes), seguida por “bolhas de sabão” (11 vezes), então Eratóstenes (8 vezes) e nenhum (2 vezes).

As próximas três questões foram se as explicações dos experimentos foram claras e objetivas em uma escala de 1 (nada claro) a 5 (extremamente claro). A resposta mais assinalada em relação ao experimento de Eratóstenes foi 4, escolhida por 17 alunos, em segundo lugar 5, com 12 escolhas, 3 com 5 escolhas e, por último, 2, com 4. Em relação ao segundo experimento, 20 alunos selecionaram 5, 12 selecionaram o 4, 4 o 3 e 2 o 2. Finalmente, no último experimento, 9 escolheram 5, 10 escolheram 4, 4 selecionaram 3, 4 elegeram 2 e apenas 1 optou por 1.

## Conclusão

Os experimentos demonstraram sucesso em captar a atenção dos alunos em diferentes graus, com o das bolhas de sabão de melhor receptividade apesar de sua complexidade, e o barquinho de papel de médio interesse para os sujeitos ao experimento enquanto demonstrava altos níveis de compreensão. Como análise, a atividade dos gnômons foi aparentemente menos atraente para alunos do 6º ano, com a possibilidade de maior compreensão quando direcionada a alunos do 7º ou 8º ano, após a compreensão dentro das aulas de desenho geométrico e geometria.

Após pesquisa e análise dos resultados, foi concluído que o acesso à educação e incentivo à curiosidade e visão crítica ao mundo reduz a probabilidade de pessoas intelectualmente vulneráveis serem afetadas por pensamentos embasados em visões nocivas ao desenvolvimento pessoal e da sociedade.

## Referências



- FERNANDES, Cláudio. O que é Iluminismo?; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/historia/o-que-e-iluminismo.htm>>
- CAVALCANTE, Kleber G. Galileu: Da Ciência à Santa Inquisição; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/galileu-ciencia-santa-inquisicao.html>>
- BACHELARD, G. O novo espírito científico. Tradução Juvenal Hahne Júnior. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1968
- CREASE, Robert P. Os dez mais belos experimentos científicos. Zahar, 2006.
- MCPHETRES, Jonathon; ZUCKERMAN, M. Religiosity predicts negative attitudes towards science and lower levels of science literacy. Journal Plos. 2018. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0207125>>
- SQUICCIARINI, M.; VOIGTLÄNDER, N. Knowledge elites and modernization: Evidence from revolutionary France. National Bureau of Economic Research. 2016. Disponível em:<<https://www.nber.org/papers/w22779>>
- PRICE, Derek J. de S. Some remarks on elitism in information and the invisible college phenomenon in science. Journal of the American Society for Information Science. 1971. Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/111bbe5d4d7d6a2e395d747ef8c8ff43/1?pq-origsite=gscholar&cbl=41234>>
- SANTOS, A; CANEVER, C; GIASSI, M; FROTA, P. A importância do ensino de ciências na percepção de alunos de escola da rede pública municipal de Criciúma - SC. Revista Univap. 2011. Disponível em:<[https://scholar.google.com.br/scholar\\_url?url=http://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/download/29/26&hl=en&sa=X&ei=vVcSY7ewLK2Vy9YPgKORuAM&scisig=AAGBfm1aWB-rGSMLohIN6qB\\_k51fue\\_iFw&oi=scholarr](https://scholar.google.com.br/scholar_url?url=http://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/download/29/26&hl=en&sa=X&ei=vVcSY7ewLK2Vy9YPgKORuAM&scisig=AAGBfm1aWB-rGSMLohIN6qB_k51fue_iFw&oi=scholarr)>.



## O futuro das casas em Marte

Davi Felberg; Eduardo Yukio Yokonmizo; Gabriela Rye Matsui; Guilherme Tae Won

Yoon; Laura Campanhã de Barros Freire; Luís Paulo Roa Rocha

Professor(a) orientador(a): Fernanda Lorena

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Nos últimos anos, o futuro da Terra vem sendo discutido e com isso a possibilidade de uma colonização em Marte. Colonizar o planeta vermelho não é fácil, devido às extremas condições climáticas completamente diferentes das da Terra. Portanto, o tema principal dessa pesquisa é definir os melhores materiais para a construção de casas em Marte no futuro. Nós analisamos a resistência de oito modelos em miniatura das casas usando as mesmas medidas e materiais que as originais, com duas casas feitas de cada material que escolhemos, sendo eles acrílico, madeira, ácido poli lático (PLA) e aço, deixando-as por volta de cinco dias no freezer para alcançar as temperaturas extremamente baixas de Marte, e finalmente empilhando diversas coisas em cima de cada casa para ver a maior quantidade de peso que cada casa pode aguentar. Os resultados confirmam que os modelos que apresentam os níveis de resistência mais altos foram as feitas de PLA, que aguentaram por volta de 72kg e se mantiveram em pé. Concluindo, podemos afirmar que o PLA é o material ideal para construir as casas em Marte, levando em consideração as temperaturas extremamente baixas.

**Palavras-chave:** Marte; casa; sobrevivência; resistência; PLA

### Abstract

In the last few years, the future of the Planet Earth has been discussed among researchers and the possibility of colonizing Mars came in mind. Meantime, colonizing the Red Planet isn't that simple due to the extreme conditions that are different from ours. That's why the main goal of this research is to define the best kinds of material



that can be used to build houses on Mars in the future. We analysed the resistance of eight miniature models of houses, using the same measurements and materials as the original ones, two made from each four materials that we chose, being them acrylic, wood, polylactic acid (PLA) and steel, leaving them around five days in the freezer to reach the extremely low temperatures from Mars, and finally stacking up different things to see the highest amount of weight that each house can take. The results confirm that the models that presented the highest levels of resistance were made from PLA, that held up to about 71,9kg and stood still. In conclusion, we can all agree that PLA is the ideal material to build the houses on Mars considering the extreme low temperatures.

**Keywords:** Mars; house; survival; resistance; PLA

## Introdução

Vivemos em uma época em que diversas discussões sobre preservação do planeta e o futuro da espécie humana estão ganhando espaço e se tornando cada vez mais relevantes. No mundo atual, a poluição do planeta está sofrendo efeitos com ele aos poucos, levando a consequências que podem resultar em danos irreversíveis. Um exemplo disso é o aquecimento global. Os últimos seis anos foram os mais quentes registrados desde 1880. De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), no ano de 2020 houve um aumento de 1,2°C acima da temperatura da era pré-industrial. Uma previsão da OMM é de que há 20% de chance de que em 2024 o aumento da temperatura exceda 1,5°C. O gráfico abaixo mostra a alteração da temperatura global ao longo dos últimos anos.

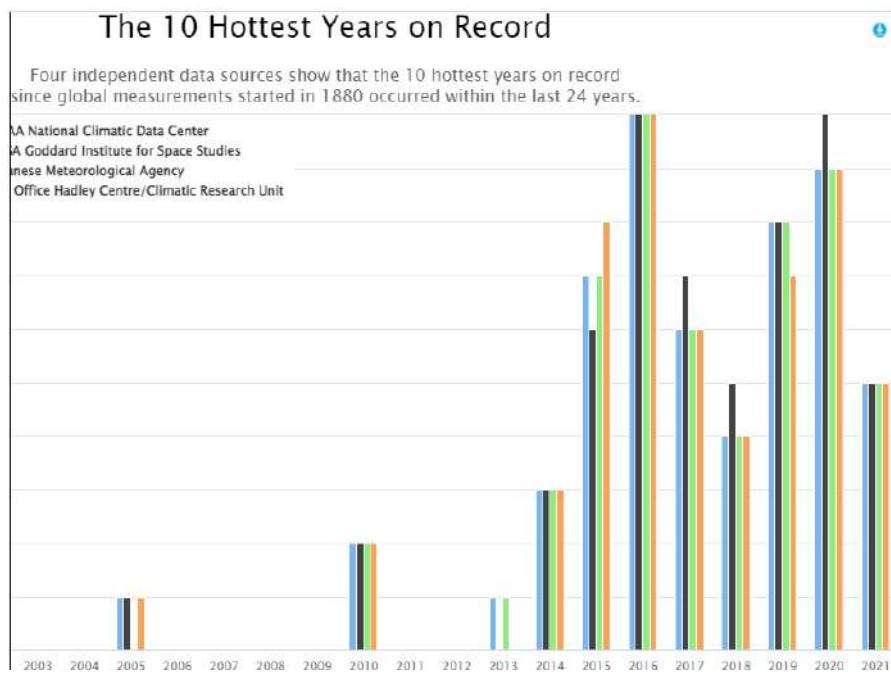


Figura 2- Variação de temperatura nas últimas décadas (ECODEBATE, 2021)

Uma das principais hipóteses estudadas pelos cientistas, de acordo com a CNN de Washington, é a possibilidade da colonização marciana em caso da inviabilização da vida na Terra, podendo ser causada pela intensa poluição causada pelo homem. A destruição e degradação do meio ambiente no planeta Terra inviabilizaria a vida humana a longo prazo, resultando em um aumento da temperatura global, e extinção de diversas espécies. Outro fator que pode ocasionar na inviabilização da vida na Terra é a grande quantidade de gases tóxicos que são emitidos à atmosfera cada vez mais pelas indústrias e automóveis que acabam impossibilitando a sobrevivência da espécie humana. Apesar das diversas dificuldades e desconhecimento, a possível colonização a Marte é vista como uma das melhores possibilidades para preservação da vida de espécies e dos seres humanos, sendo uma opção a longo prazo para os homens, de acordo com o artigo “**Caminho para Marte: Por que o homem precisa chegar ao planeta vermelho?**” (SALDANHA, 2021)

Entretanto a vida para os primeiros seres humanos que viveriam em Marte não seria fácil e viria juntamente com diversos problemas, um deles é a dificuldade de adaptação das vidas cotidianas para o planeta vermelho. Uma das principais preocupações é a construção de habitações para as espécies devido as diversas variações e condições físicas de Marte em comparação com a Terra como aponta o artigo “**Is there life on Mars**” explicando a diferença da composição atmosférica na



Terra ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ , e outros gases nobres) enquanto em Marte ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  e  $CH_4$ ); a diferença gravitacional (quase 100 vezes menor que a da Terra); a temperatura (-122°C em Marte e 15°C) além dos ventos fortes e das tempestades de areia no planeta com rajadas de mais de 90km/h (BELL, 2019).

Outro fator a se levar em consideração na hora da construção das casas em Marte são os materiais que serão utilizados e como eles serão transportados ao longo da viagem de 9 meses, levar cimento, tijolos e pedras em aeronaves sairia muito caro e difícil. Entretanto pesquisas já são feitas sobre possíveis materiais para as construções marcianas.

Um exemplo é o “concreto marciano” desenvolvido pelos cientistas da Universidade de Chicago, um concreto produzido apenas com materiais naturais de Marte: 50% de enxofre e 50% de terra. O fato de o “concreto marciano” não precisar de água torna o produto ainda mais viável uma vez que seria possível a produção dele no próprio planeta, além disso, o material é mais resistente comparado ao produzido na terra e é completamente reciclável, aponta o artigo **“Um novo material para construção em sítios em Marte: experimentos e simulações numéricas (tradução nossa)”** (WAN et al., 2016). A seguir imagem da areia marciana que misturada com enxofre fundido cria o concreto:



Figura 2- areia marciana que ao misturada com enxofre forma concreto

Outra matéria prima que vem sendo analisada por cientistas da Universidade de Tecnologia e Design de Singapura é a quitina, além de não precisar de uma grande



quantidade de água, ela está presente em abundância na Terra, estando presente em fungos, peixes, crustáceos, insetos e anfíbios. O material é similar ao solo de Marte e já foi utilizado como protótipos para abrigos humanos. A respeito das propriedades da quitina, o pesquisador Fernandez, da Universidade de Tecnologia e Design de Singapura:

*“Abordamos o problema de permanecer em Marte a partir de uma perspectiva bioinspirada, replicando a fabricação de quitina bioinspirada desenvolvida para a produção de fabricação sustentável na Terra. O biolito marciano resultante e sua química associada envolvem simulador de regolito marciano, biomoléculas onipresentes e solventes à base de água que são facilmente integrados a qualquer ciclo ecológico e evita a necessidade de síntese complexa de polímeros, envio de equipamentos especializados ou matéria-prima dedicada. Demonstramos como esse material, produzido e usado com o mínimo de energia, mantém a versatilidade de seus equivalentes biológicos, permitindo a rápida fabricação de objetos que vão desde ferramentas básicas até talvez até abrigos rígidos” (FERNANDEZ, 2020).*

Considerando a possibilidade de colonizar Marte, se quiséssemos construir habitações marcianas de forma econômica e viável seria necessário alteração dos produtos de construções normalmente utilizados na Terra para uma melhor adaptação as condições físicas de Marte.

Investigamos qual seria um material viável e adequado para suportar as temperaturas extremas de Marte. Para uma possível colonização marciana, a possibilidade de construir habitações e moradias adaptadas às baixas temperaturas (-122 °C) de forma econômica e sustentável seria imperativo para a colonização do planeta vermelho. Conhecendo as condições do planeta, o seguinte questionamento é levantado; quais materiais são os mais adequados para construções em marte?

## Objetivos

- Investigar qual seria o melhor material para construção de casas em Marte;
- Estudar as condições físicas relacionadas a temperatura do planeta vermelho;
- Investigar o quanto resistente são certos materiais após exposição a temperaturas extremas;



- Identificar qual seria o material mais acessível e adequado para construção em Marte.

## Materiais e Método

Os materiais utilizados para desenvolvimento do experimento foram:

- Um freezer para alcançar temperaturas baixas
- Plástico PLA, madeira MDF, placas de acrílico e chapa de aço
- Uma impressora 3D
- Ambiente com pouca variação de temperatura (em média 25 graus)
- Diferentes pesos para se calcular a resistência dos protótipos
- Cortadora laser
- Cola quente
- Balança

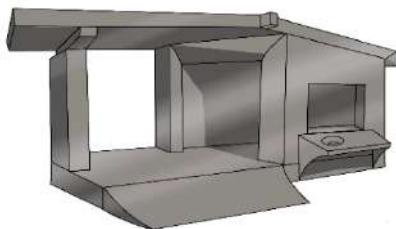
### Método:

Para realização do experimento, montamos oito maquetes em miniatura de casas, todas com as mesmas medidas e mesmo formato, sendo duas para cada tipo material (acrílico, madeira, PLA e aço).

Um protótipo foi deixado em temperatura ambiente interna (25 graus) e outro em temperaturas baixas (em um freezer com temperaturas menores que zero) ao longo de cinco dias, totalizando em duas maquetes para cada material. Após a exposição, colocamos de forma gradativa diferentes pesos, aumentando aos poucos a força atuante sobre as casas, a fim de calcular a resistência das maquetes. Após a exposição e os testes, concluímos qual material é mais adequado às condições físicas em relação a temperatura de Marte.

A seguir um esquema dos passos de realização do experimento:

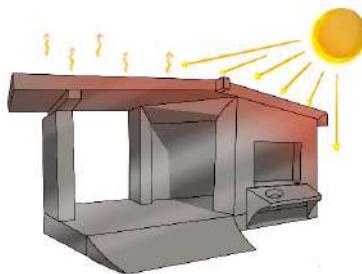
#### 1<sup>a</sup> etapa:



Construção da casinha com material inicial.

Figura 3 - casinha construída

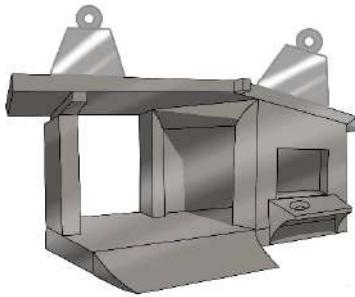
**2<sup>a</sup> etapa:**



Exposição das casinhas a temperaturas extremas.

Figura 4 - exposição da casinha a temperaturas extremas

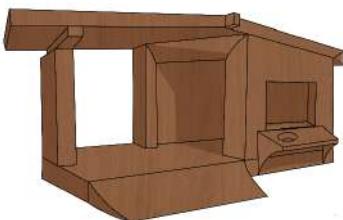
**3<sup>a</sup> etapa:**



Teste de resistência das casinhas após a exposição a temperaturas baixas por meio de pesos.

Figura 5- teste de resistência da casinha após a exposição

**4<sup>a</sup> etapa:**



Construção de uma nova casinha com material diferente para continuação dos testes.

Figura 6- construção de uma nova casinha com um novo material.



## Resultados e Discussão

Abaixo a tabela expondo os resultados do experimento:

	PLA	Acrílico	Madeira	Aço
Resistência do material	100kg	46kg	52kg	Não foi possível quebrar
Resistência das casinhas em temperatura ambiente	53,2kg	8,1kg	44,8kg	72kg
Resistência das casinhas pós-freezer	71,9kg	14,6kg	45,3kg	Desmontou logo quando tiramos do freezer

Tabela 1- Resultados e dados do experimento das casinhas

A partir dos resultados da madeira MDF, chegamos à conclusão de que o material apresenta uma grande resistência às temperaturas ambientes, suportando até 44,8kg. Entretanto após o congelamento (-60 °C), a casinha aguentou um peso similar, quebrando ao ser exposta à 45,3kg, havendo pouca mudança de aparência como mostra nas imagens.



Figura 7- casinha de madeira pré-congelamento



Figura 8- casinha de madeira pós-



Figura 9- casinha de madeira quebrada

A partir dos resultados dos testes feitos nas casinhas de acrílico, chegamos em resultados interessantes, apesar de resistir menos que a casinha de madeira (44,8kg



e 45,3kg), tanto antes quanto após o congelamento (8,1kg e 14,6kg respectivamente). Observamos que após a exposição à baixa temperatura, a resistência aumentou显著mente, junto com isso, ocorreu uma alteração na aparência, apresentando marcas de gelo em sua superfície.



Figura 10- casinha de acrílico antes pré-congelamento

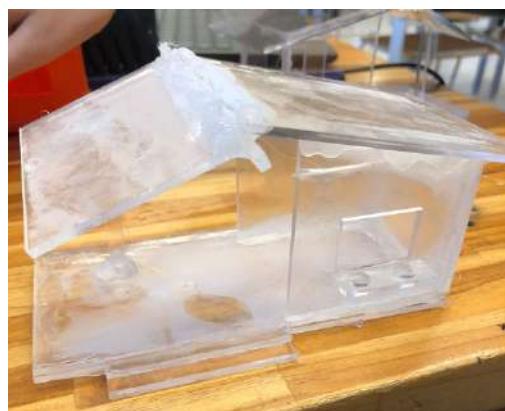


Figura 11- casinha de acrílico após congelamento



Figura 12- casinha de acrílico quebrada

A casinha feita de PLA apresentou uma resistência superior em relação as casinhas de madeira e acrílico, suportando 53,2kg em temperatura ambiente e 71,9kg após o congelamento. Apesar da alteração na resistência da casinha de PLA, a aparência permaneceu a mesma.

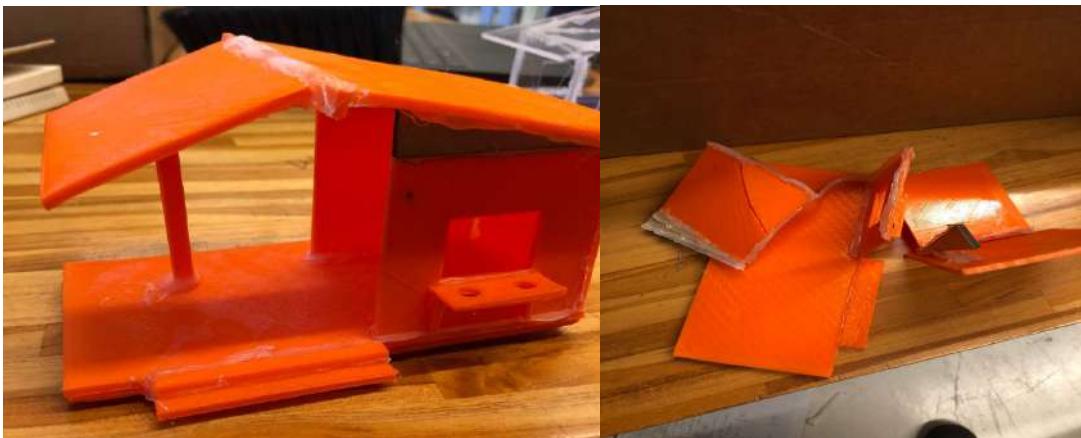


Figura 13- casinha de PLA

Figura 14- casinha de PLA quebrada

A casinha de metal apresentou a maior resistência entre as outras em temperatura ambiente, suportando 72kg. Entretanto após o congelamento, devido a dificuldade da montagem, o protótipo desmontou e não foi possível obter resultados precisos sobre a resistência da casinha depois da exposição à baixas temperaturas.

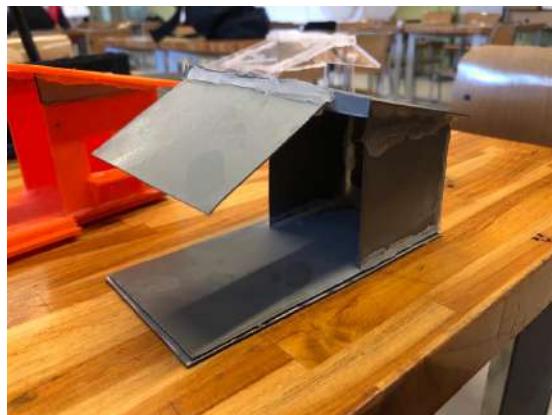


Figura 15- casinha de metal

Um artigo escrito pelo grupo ScienceAlert, “WATCH: Here’s How to Destroy Things With Liquid Nitrogen” (HRALA, 2016), afirma que partículas, ao serem esfriadas, sofrem redução em sua movimentação, resultando em uma diminuição no espaço entre as partículas, fazendo com que o objeto fique mais frágil. Entretanto, observamos pela análise dos resultados obtidos com os experimentos das casinhas o resultado oposto, com os protótipos ficando mais resistentes depois de expostos à -60 °C, sendo possível concluir que todos materiais resistiram mais após a exposição às temperaturas baixas.



## Conclusão

Com o experimento, chegamos à conclusão que o material, dentre os testados (madeira, acrílico, plástico PLA, metal), mais adequado considerando as baixas temperaturas de Marte (-122 °C) é o plástico PLA, sendo muito resistente após o congelamento (71,9kg) e tendo baixo custo de produção.

## Referências

- BELL, JIM. Is there life on Mars?. Disponível em: <<https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=7c8f31b5-1f95-4a96-8a78-a73db33a7728%40redis&bdata=Jmxhbmc9cHQtYnlmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=137405967&db=ulh>>. Acesso em 11/03/2022.
- DOBSON, WILLIAM. What on Earth could live on Mars?. Disponível em: <[https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/14126/Wills%20Dobson\\_Supervised\\_PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/14126/Wills%20Dobson_Supervised_PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em 09/03/2022.
- ECODEBATE. No ritmo atual de aumento da temperatura podemos atingir +1,5 °C nos próximos 15 anos. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2021/02/12/no-ritmo-atual-de-aumento-da-temperatura-podemos-atingir-15gradcelsius-nos-proximos-15-anos/>>. Acesso 09/03/2022
- JAVIER, FERNANDEZ. Martian biolith: a bioinspired regolith composite for closed-loop extraterrestrial manufacturing. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0238606>>. Acesso em 31/08/2022.
- K.O, SOETAN. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants?. Disponível em: <<https://academicjournals.org/journal/AJFS/article-abstract/045441523024>>. Acesso em 15/03/2022.
- SALDANHA, NÚRIA. Caminho para Marte: Por que o homem precisa chegar ao planeta vermelho?. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/caminho-para-marte-por-que-o-homem-precisa-chegar-ao-planeta-vermelho/>>. Acessado em 28/09/2022.
- WAN, LIN. A novel material for in situ construction on Mars: experiments and numerical simulations. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006181630770X>>. Acesso em 31/08/2022.



## TRANSPORTE

Como podemos reorganizar as formas de transporte na Terra? Alternativas de equipamentos que otimizem o uso de combustíveis? E caso fossemos explorar Marte, quais seriam as opções de transporte para nos locomovermos por lá? Esta trilha te levará bem longe!



## Estudo sobre rodas em pistas irregulares, para fins de exploração de Marte

Luisa Mendes Cyrino Carvalho 23, Maria Eduarda Sá Borges 26, Mariana Lika Tsuzuki 29

Professor(a) orientador(a): Fernanda Cavaliere R. Sodré, Lilian Siqueira

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Segundo estudos, as condições do planeta Terra estão ficando cada vez mais instáveis, logo, é provável que a humanidade precisará habitar outro lugar. Dentre as opções, a mais viável é Marte, e para ocupar um lugar efetivamente, será necessário um meio de transporte. Visando determinar opções seguras de veículo, foi realizado um experimento em que foram testados e avaliados diferentes tipos de roda e suas eficiências em uma simulação de solo marciano. Após o experimento, foi evidenciado que um dos tipos de rodas resultou em maior velocidade e oscilação, enquanto outro resultou em menor velocidade e menor oscilação. Portanto, pode-se concluir que a roda com espinhos seria a opção mais segura para o transporte de equipamentos que possam ser danificados e pessoas que possam se machucar sem a estabilidade adequada. Por outro lado, a roda lisa seria mais adequada para situações em que é necessário agilidade e rapidez na locomoção.

**Palavras-chave:** rodas; velocidade; oscilação; veículos

### Abstract

Earth's conditions are becoming gradually more unstable, thus, it's highly probable that humanity will need to inhabit another planet. Amongst the options, the most viable is Mars, and to effectively occupy somewhere, locomotion will be crucial. This experiment aimed to develop adequate vehicles for the Martian soil by testing and evaluating different types of wheels and their efficiency on a surface made of rocks and sand, measuring the time they spent to go through a certain distance and analyzing their balance. After the procedure, it was indicated that one of the wheels



exhibited a higher speed and oscillation, while another presented the opposite performance. Therefore, it can be concluded that on the one hand, the wheel with spikes is the safest option for the transportation of fragile equipment that can be damaged without enough stability. But on the other hand, the spikeless wheel is more appropriate for situations where agility and speed are needed.

**Keywords:** wheels; speed; oscillation; vehicles

## Introdução

Com o desenvolvimento de tecnologias ao longo da história da humanidade, surgiu a ideia de viajar para planetas fora da Terra e de alguma forma torná-los habitáveis para os seres humanos. A colonização espacial é um tópico que vem se tornando bem popularizado nos últimos anos e suas principais motivações estão relacionadas com a situação atual do planeta Terra (SIQUEIRA, 2017).

O estilo de vida dos seres humanos causa problemas ambientais irreversíveis para a vida da Terra, e no decorrer das últimas décadas, o crescimento incontrolável do desmatamento de florestas, rarefação da camada de ozônio, liberação de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> estão ameaçando o futuro da humanidade e o de todos os animais. Para isso, é preciso encontrar um lugar viável para a condição de vida do ser humano. (OLIVEIRA & RABELLO, 2020).

A ideia de conseguir viver em outro planeta é muito inovadora, porém é necessário pensar também se as condições do planeta são viáveis para a nossa sobrevivência. Para isso, é preciso analisar os principais pontos: se há água líquida em sua superfície, uma atmosfera respirável, um campo magnético ativo e uma boa distância em relação ao Sol para não morrer de calor ou de frio. Nessas condições, o planeta vermelho é o que mais se aproxima da Terra.

Aregar conhecimentos sobre as informações geológicas de Marte é essencial para desenvolver um trabalho adequado, saber sobre o relevo e o tipo de solo marciano ajuda a estudar adequadamente qual o tipo de roda mais viável para se utilizar em marte.

Estudos mostram que a geologia de marte é dividida em duas partes principais, focadas na região sul e norte do planeta, cuja diferença de altitude entre os dois polos são de, aproximadamente, 5km. A região norte de Marte é, em sua maioria, composta por áreas de baixa altitude e com superfícies regulares, enquanto a região sul



apresenta superfícies elevadas e relevo desregular, com aparecimento de crateras parecidas com as da lua. Porém, por todo o planeta, existe a presença de dunas espalhadas por toda a superfície do planeta (PEREIRA, 2007).

Marte é um planeta rochoso, compostos por rochas sólidas, mais especificamente rochas magmáticas derivadas da presença de muitos vulcões ativos no planeta. A composição química do solo do Planeta Vermelho é em sua maioria composta por basalto vulcânico que apresenta grandes quantidades de óxido de ferro.

Veículos com uma boa mobilidade são essenciais não só para a exploração do planeta como também para a sua ocupação. Um sistema de mobilidade urbana eficiente pode trazer diversos benefícios socioeconômicos e ambientais, pois diminuindo o período de deslocamento, é possível um maior aproveitamento do tempo para atividades produtivas e de lazer e a redução de emissões (MISKOLCZI, et al., 2021). Por isso, conforme a colonização em Marte avança e o número de pessoas aumenta, um meio de transporte de alta qualidade é imprescindível.

Visando um bom desempenho em um solo similar ao de Marte, será necessário analisar certas características da roda, como por exemplo a área de contato, o tamanho, a pressão, etc. O aumento da área de contato e a diminuição da pressão da roda permitem uma maior absorção do impacto, possibilitando mais conforto. Para suprir tais demandas, uma possível solução seria a construção da roda com um material mais flexível (POULAKIS et al., 2015). Além disso, com base em estudos anteriores, pode-se concluir que uma roda com superfície lisa apresenta uma performance superior à de uma roda com “pinos”, por conseguir percorrer maiores distâncias por mais tempo, mesmo tendo menos velocidade (OLIVEIRA et al., 2020)

### **Estudo sobre rodas e pneus**

As rodas são partes do veículo que estabelecem contato com o solo e possuem o papel de controlar a direção, movimentando o veículo em diferentes direções, fazendo curvas ou não.

De acordo com a Terceira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Ação e Reação, quando as rodas giram, os pneus, que estão aderidos ao solo, empurram o carro no sentido contrário ao da rotação das rodas. Isto ocorre em função do atrito entre os pneus e o solo, que deve ser estático (e não cinético), para que não haja deslizamento entre o pneu e o chão e o veículo não derrape. Por esta razão, o



coeficiente de atrito entre os pneus e o solo deve ser suficiente para fazer o carro se mover.

Neste trabalho, vamos utilizar rodas de mesmo material, percorrendo a mesma pista, de modo que, o coeficiente de atrito entre as rodas dos carrinhos e o solo seja considerado constante.

### Com relação aos pinos

Com relação aos pinos nas rodas, estes possuem a vantagem de “cavar” o solo. Quanto mais arenosa, e solta a terra da pista, mais longos devem ser os pinos. Os pinos não devem ser muito macios, já que podem se dobrar, comprometendo o movimento do veículo. Pinos muito curtos e grosso, não se dobram, porém, apresentam dificuldade de penetrar no solo.

## Objetivos

Objetivo geral: variando a superfície das rodas, determinar qual o tipo mais eficiente nas condições de solos rochosos.

### Objetivos específicos:

- Pesquisar sobre o relevo e composição do solo de Marte
- Desenvolver uma estrutura resistente aos desafios ambientais do Planeta Vermelho averiguando o desempenho de variados tipos de rodas para veículos.

## Materiais e Método

Os materiais utilizados para realizar o experimento foram: uma placa de MDF (chassi dos carros de 20cm), 4 rodas de carrinho com pinos pequenos com bolinhas nas pontas, 4 rodas de carrinho com pinos cumpridos, 4 rodas de carrinho lisas, 6 eixos, 6 canudos de papel, 1kg de areia (composição do solo), 1kg de terra (composição do solo), cronômetro, 3 caixas de papelão (150cm de comprimento juntas), fita métrica, TNT, placas de madeira no fundo da caixa e nas laterais, furadeira, 17 parafusos, arame, aproximadamente 122cm de fio de nylon, 5 arruelas e 2 pesinhos, 1 gancho e 3 pitões.

O experimento consistiu no teste de 3 carros de MDF com diferentes tipos de roda (figura 1), com o objetivo de medir a eficiência de cada um deles em solo rochoso, semelhante ao de Marte. Esse solo era composto por pedra, areia e terra (figura 2) e foi colocado em uma caixa de papelão de 150cm idêntica ao longo de todos os testes.



Ademais, utilizou-se um cronômetro e uma fita métrica para medir o tempo e a distância que cada carro levou para completar o trajeto. Primeiramente, foram criados 3 chassis de MDF em cortadora a laser (figura 3) e encaixados 3 tipos de rodas diferentes em cada modelo de carro (variando entre roda lisa, roda com pinos pequenos e roda com espinhos). Após isso, os eixos foram envoltos por canudos de papel para que eles pudessem girar (figura 4). Por fim, as rodas foram inseridas nos eixos, concluindo a montagem dos carrinhos. Foi construído, com caixas de papelão forradas com TNT (figura 5), um local de 1 metro e meio para a realização do circuito em que todos os carrinhos passaram. Também foram colocadas placas de madeiras no fundo com parafusos, para que a caixa não seja furada com o peso e tenha uma melhor resistência ao ser levantada, e nas laterais maiores com arame, para elas não cederem e certificar que elas fiquem paralelas (figura 6). Essas placas de madeiras e o arame foram fixados com ajuda da furadeira. Em seguida, simulou-se nessa placa o solo de Marte usando terra e areia, deixando uma superfície instável, com depressões e morros. Para fazer os carrinhos andarem, foi colocado um peso (5 arruelas e 2 pesinhos) de 108g (figura 7) pendurados por um fio de nylon em uma das laterais menores para conseguirmos fazer com que eles andem no solo e tenham a mesma força aplicada. Nos carrinhos foram colocados pinos na parte da frente, que se encaixam em um gancho preso no fio de nylon. Além disso, o terreno foi colocado a 118cm do chão (figura 8). Depois de deixar o caminho demarcado e os carrinhos prontos, foram feitos os testes com os três diferentes tipos de roda (repetindo-os cinco vezes para cada tipo). Colocou-se um carrinho no início do caminho e cronometrou-se o tempo que levou para completar o trajeto. Foram seguidos os mesmos passos com todos os tipos de roda e comparados os resultados através da média de tempo.

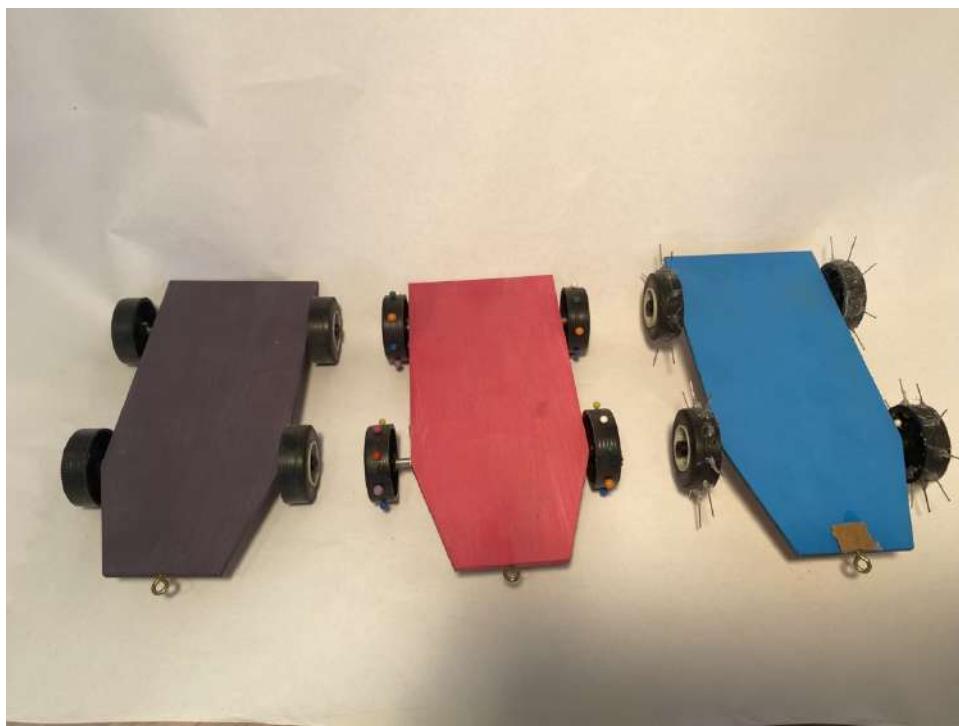


Figura 1: da esquerda para a direita, o carrinho com rodas lisas, o com rodas com pinos pequenos e o com rodas com espinhos grandes



Figura 2: caixa com o terreno pronto, composto por terra, pedras pequenas e areia



Figura 3: Chassis de MDF dos 3 carrinhos pintados



Figura 4: visão da parte de baixo do carrinho, mostrando os canudos de papel que cobrem os eixos



Figura 5: caixa de papelão que serviu de base para o terreno do experimento forrada com TNT



Figura 6: caixa de papelão com a parte de baixo reforçada com madeira



Figura 7: peso da arruela junto com os pesinhos



Figura 8: altura da caixa em relação ao chão.



## Resultados e Discussão

Gráfico do tempo em segundos que cada carrinho levou para percorrer a pista:

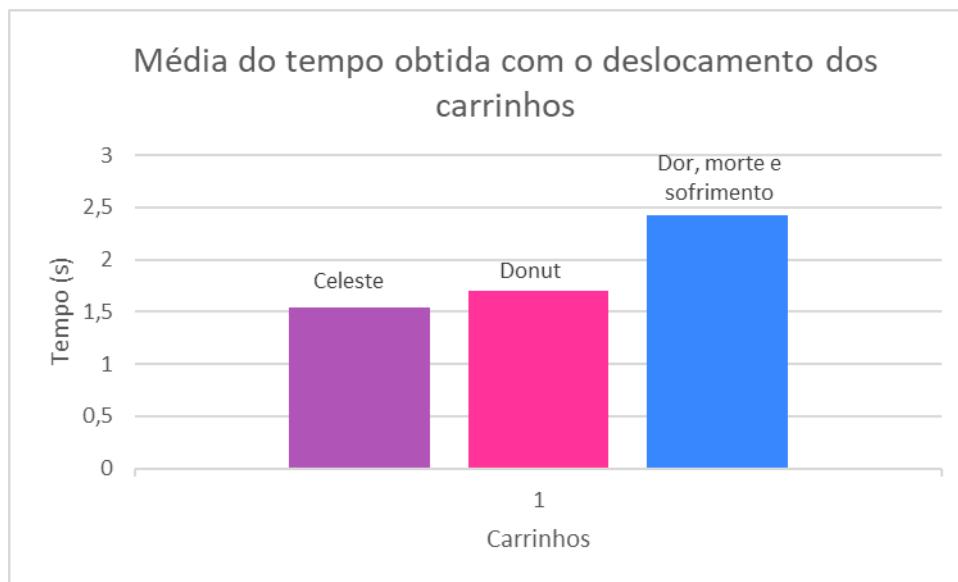


Gráfico da velocidade em metros por segundo de cada carrinho:

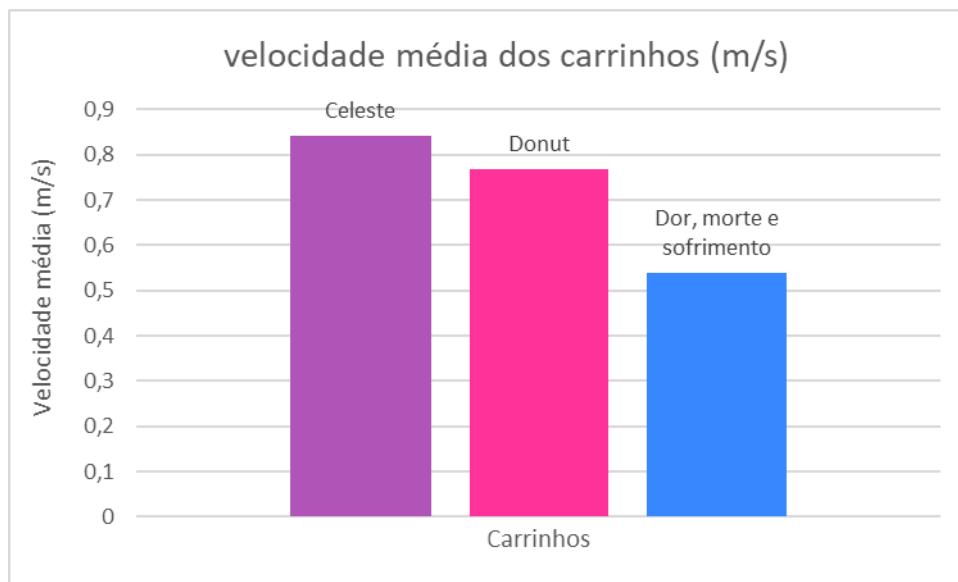




Figura 9: carrinho com rodas lisas percorrendo o terreno



Figura 10: carrinho com rodas com pinos pequenos percorrendo o terreno



Figura 11: carrinho com rodas com espinhos grandes percorrendo o terreno

As velocidades médias e os tempos médios que o carrinho com rodas lisas (figura 9), o carrinho com pinos pequenos (figura 10) e o carrinho com espinhos grandes (figura 11) levaram para percorrer a pista foram respectivamente: 0,841 m/s e 1,546 segundos, 0,767 m/s e 1,694 segundos e 0,538 m/s e 2,418 segundos. Em relação à oscilação durante o percurso, as rodas lisas foram as mais instáveis e as rodas com espinhos grandes foram as mais estáveis.

A hipótese inicial era de que o carrinho com espinhos grandes seria o mais rápido e o mais estável, enquanto o com rodas lisas seria o mais devagar e o mais instável. Os resultados evidenciaram que em relação à oscilação, os espinhos de fato ajudaram na estabilidade. Entretanto, em relação à velocidade, as rodas lisas se mostraram as mais eficientes, percorrendo o percurso no menor tempo.

Um estudo anterior também comparou as performances de rodas lisas e rodas com espinhos, simulando o solo de Marte com uma placa de isopor irregular. As conclusões desse estudo foram de que as rodas lisas apresentavam um melhor desempenho, já que eram mais estáveis e percorriam uma distância maior, apesar de não serem tão rápidas quanto as rodas com espinhos (OLIVEIRA, 2020). Porém, no experimento, os chassis utilizados nos carros eram diferentes, os carrinhos foram



movidos com a aplicação de uma força que poderia ter sido inconstante e a superfície da simulação era feita de um material não semelhante ao terreno de Marte. Esses fatores podem ter causado alterações nos resultados.

Estudos feitos anteriormente sobre rodas com pinos já haviam evidenciado que esse tipo de roda pode ser mais estável dependendo do comprimento e largura dos espinhos. No experimento, cada haste de metal mede aproximadamente 1,5cm e, como esses pinos afundam na simulação de solo marciano, o atrito faz com que o carro não se desestabilize tanto quanto o liso, o que comprova os artigos estudados. Por outro lado, esse tipo de roda deixa o carro mais lento, o que pode ser um ponto negativo dependendo do seu uso.

## Conclusão

O experimento mostrou que em comparação a velocidade e rapidez com que os diferentes carros percorrem uma mesma distância, a roda lisa é a mais vantajosa para o solo rochoso igual ao de Marte. Porém, os resultados demonstraram que apesar de as rodas com espinhos serem mais lentas, elas são mais estáveis e podem ser mais seguras para se utilizar em Marte. Portanto nossa hipótese foi parcialmente confirmada, já que as variações relacionadas com a oscilação das rodas no solo foram confirmadas, enquanto as variações de velocidade foram refutadas. Com os estudos feitos, concluímos que dependendo de suas prioridades, o tipo de roda pode variar.

## Referências

- **A História Geológica de Marte.** Planeta Vermelho, 2009. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20090310074740/http://www.planetavermelho.hpg.ig.com.br/hcg.htm>>. Acesso em: 23/03/2022.
- MISKOLCZI, M.; FOLDES, D.; MUNKÁCSY, A.; JÁSZBERÉNYI, M; **Urban mobility scenarios until the 2030s.** Sustainable Cities and Society, volume 72. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721003139>>. Acesso em: 25/03/2022.
- OLIVEIRA, Bernardo et al. **Estudo sobre performances das rodas de carrinhos.** RevistaSTEAM, v.03, n.01, 2020. Disponível em:



<[file:///C:/Users/aluno/Downloads/REVISTEAM%202020%20-%20VOLUME%2003%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/aluno/Downloads/REVISTEAM%202020%20-%20VOLUME%2003%20(1).pdf)>. Acesso em: 11/03/2022

- PEREIRA, D. R. **Comparação geomorfológica de algumas estruturas da superfície dos planetas Marte e Terra.** Disponível em: <<https://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/510>>. Acesso em: 18/03/2022.
- POULAKIS, P.; VAGO, J.L.; LOIZEAU, D.; VICENTE-AREVALO, C.; HUTTON, A.; MCCOUBREY, R.; ARNEDO-RODRIGUEZ, J.; SMITH, J.; BOYES, B.; JESSEN, S.; OTERO-RUBIO, A.; DURRANT, S.; GOULD, G.; JOUDRIER, L.; YUSHTein, Y.; ALARY, C.; ZEKRI, E.; BAGLIONI, P.; CERNUSCO, A.; MAGGIONI, F.; YAGUE, R.; RAVERA, F. **Overview and development status of the exomars rover mobility subsystem.** Advanced Space Technologies for Robotics and Automation, p. 1-8, 2015. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/profile/Pantelis-Poulakis/publication/290445739\\_Overview\\_and\\_Development\\_Status\\_of\\_the\\_ExoMars\\_Rover\\_Mobility\\_Subsystem/links/56990cae08ae748dfaff3900/Overview-and-Development-Status-of-the-ExoMars-Rover-Mobility-Subsystem.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pantelis-Poulakis/publication/290445739_Overview_and_Development_Status_of_the_ExoMars_Rover_Mobility_Subsystem/links/56990cae08ae748dfaff3900/Overview-and-Development-Status-of-the-ExoMars-Rover-Mobility-Subsystem.pdf)>. Acesso em: 15/03/2022.
- RABELLO, A. M.; OLIVEIRA, D. B. **Impactos ambientais antrópicos e o surgimento de pandemias.** Disponível em:<[https://acoescovid19.unifesspa.edu.br/images/conteudo/Impactos\\_ambientais\\_antr%C3%B3picos\\_e\\_o\\_surgimento\\_de\\_pandemias\\_Ananza\\_e\\_Danielly.pdf](https://acoescovid19.unifesspa.edu.br/images/conteudo/Impactos_ambientais_antr%C3%B3picos_e_o_surgimento_de_pandemias_Ananza_e_Danielly.pdf)>. Acesso em: 22/03/2022
- SIQUEIRA, L. **IDEALIZAÇÕES, PROJETOS E PROGRAMAS PARA A COLONIZAÇÃO SIDERAL. O QUE PODE HAVER DE NOVO?.** Com Ciência, 2017. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/idealizacoes-projetos-e-programas-para-colonizacao-sideral-o-que-pode-haver-de-novo/>>. Acesso em: 10/03/2022.



## Teste de três tipos de rodas em um solo semelhante ao de Marte

Bianca Arouca, Elena Tchakerian, Felipe Mündel, Luciano Soldi e Samara Santelo.

Professoras orientadoras: Lucianne Leigue, Lilian Siqueira

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

Com o estado de declínio do planeta Terra, mover a vida humana para Marte tem sido discutido hoje em dia como a melhor opção para o futuro da humanidade. Pensando nessa situação, foi feito um estudo com o objetivo de trazer mais conforto aos futuros cidadãos de Marte. Algo que será importante após a mudança, é a construção de um veículo com a capacidade de vagar facilmente nas terras rochosas e desiguais do Planeta Vermelho. O objetivo do projeto era testar diferentes tipos de rodas: *slick*, *off-road* e uma lagarta mecânica, com isso, ver qual deles seria mais rápido e ter um melhor desempenho no solo simulado de Marte. A simulação do solo Marciano foi construída a partir da mistura de areia, terra e pedregulho. As rodas foram feitas desta forma: *slick* (roda lisa já comprada), *off-road* (ranhuras foram inseridas com um EVA) e uma lagarta mecânica (feito com um tapete de borracha e ranhuras EVA). Além disso, um cilindro de óxido nitroso e uma bateria foram usados. Depois de todos os testes foi visto que o único tipo de roda que funcionou bem foi a *off-road*, sendo totalmente capaz de percorrer todos os solavancos, rochas e buracos durante a simulação com mais precisão.

**Palavras-chave:** vida em marte; *slick*; *off-road*; lagarta mecânica; solo de Marte simulado; roda; tempo; trajeto; bateria

### Abstract

With the decaying state of the planet Earth, moving the human life to Mars, has been discussed nowadays to be the best future option to the humankind. Thinking about that situation, a study was made with the meaning to bring more comfort to the future Mars citizens. Something that would be important after this change, is the construction of a



vehicle with the capability of roaming easily on the rocky and uneven grounds of the Red Planet, society's possible future home. The aim of the project was to test different types of wheels: slick, off-road and a tank tread, the main goal was seeing which one of them would be faster and have a better performance on the simulated Mars soil. The soil simulation of Mars was built from the mixture of sand, earth, and boulder. The wheels were made this way: slick (flat wheel bought), off-road (grooves were inserted with an EVA) and a tank tread (made with a rubber mat and EVA grooves). In addition, a nitrous oxide cylinder and a battery were used. After all the tests it was seen that the one type of wheel that worked better was the off-road, being totally able to walk through all the bumps, rocks, and holes during the simulation with more precision.

**Keywords:** life on mars; slick; off-road; tank tread; simulated Mars soil; wheel; time; path; battery

## Introdução

Desde o início do século XVIII, com o início da industrialização, o planeta Terra começou a enfrentar problemas como: poluição do ar, desmatamento, extinção de espécies, degradação do solo, aquecimento global, o aumento do nível do mar, superpopulação e incontáveis outros. A incapacidade de colonizar e habitar outros planetas incentiva os seres humanos a amenizarem tais problemas para que o planeta continue sendo um lar para todas as espécies. A existência da espécie humana é tão frágil quanto o ecossistema do planeta em que ela habita (TERRA, 2016).

A exploração de outros planetas, era antes apenas uma ideia, mas tornou-se, atualmente, uma necessidade. Com perspectivas futuras, cientistas de vários países projetariam uma cidade em Marte para um milhão de pessoas, tal iniciativa poderia ser uma realidade dentro de 100 anos (GALAZ, 2021).



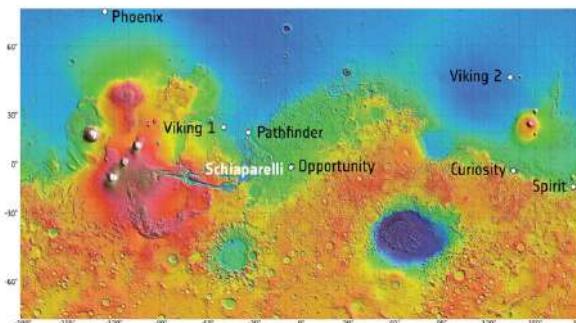
**Figura 1:** Simulação dos túneis em que residirão os habitantes de Nüwa, de acordo com o projeto.

FONTE: GALAZ, 2021.



**Figura 2:** O gráfico mostra limites interconectados que são essenciais para manter a estabilidade do planeta Terra. FONTE: PAIS, 2021.

Pensando nisso, foi criado um projeto com o propósito de tornar o transporte em Marte mais funcional e, principalmente, mais rápido. O solo de Marte é completamente desigual e desnivelado, ao Sul do planeta, há um solo desgastado, alto e assim como a Lua, cheio de crateras. Já ao Norte, o solo é considerado mais virgem, baixo e plano, como representado no mapa topográfico, produzido pela European Space Agency (ESA), em 2016.



**Figura 3:** Mapa topográfico de Marte. É possível observar as diferentes nivelações e relevos do solo, dependendo de sua localização. FONTE: ESA, 2016.

Visto que há um problema eminentemente no quesito da locomoção em Marte, a intenção do projeto foi construir e testar um transporte que seja conveniente ao solo formado por muitas crateras do planeta vermelho. Para o experimento foram escolhidas três diferentes rodas, sendo elas: roda off-road, slick e a lagarta mecânica. O intuito do uso de diferentes rodas, foi descobrir através de testes e análises qual das três opções seria a mais eficiente para a locomoção no solo desigual de Marte.



**Figura 4:** A: pneu off-road

B: pneu slick

C: lagarta mecânica.



FONTE: imagens adaptadas da internet.

Os principais elementos constituintes do solo marciano são o silício e o ferro, mas além desses, foram encontrados níveis significativos de cloro e enxofre, o que é característico do solo marciano, mas muito diferente dos solos na Terra. A presença destes elementos pode ser devida à presença de sais, cloretos e sulfatos, responsáveis por consolidar o solo. Existem hipóteses que esses sais teriam surgido por meio da evaporação de água ou erupções vulcânicas. Por outro lado, dadas as frequentes tempestades em Marte o solo analisado poderia ter origem em um local bem diferente daquele em que foi encontrado, mas moveu-se (MATOS, s. d.)



**Figura 5:** Solo de Marte. FONTE: BBC, 2021.



**Figura 6:** Materiais utilizados para fazer o solo simulado de Marte. FONTE: Foto autoral.

Portanto, a pergunta do projeto é: Qual das três rodas será mais eficaz no solo semelhante ao de Marte?

## Objetivos

Testar diferentes designs de rodas (*slick* e *off-road*), além de uma lagarta mecânica em um solo que simula o solo de Marte, com o intuito de definir qual dos diferentes tipos de rodas é mais eficiente para o solo semelhante ao de Marte.



## Materiais e Método

Foi realizada uma simulação do solo de Marte a partir da mistura de areia, terra e pedregulhos, a mistura dos materiais foi colocada em uma pista feita de papelão. Após a montagem do trajeto, foram feitos testes com as três diferentes rodas: *slick* (lisa), *off-road* (com ranhuras) e uma lagarta mecânica (feita com uma esteira borrachuda e com ranhuras). Para o chassi do carrinho, foi feita uma base de madeira cortada na cortadora a laser, embaixo do molde foram colados canudos que serviram como suporte para o eixo (haste de metal), cujo eram encaixadas as rodas. Acerca disso, foi desenvolvido um sistema que fez o carrinho movimentar-se, o chassi serviu como suporte para o cilindro de óxido nitroso (primeira fase de testes) que foi envolto por um lacre e colocado na parte traseira do carrinho. Além do cilindro, também foi testado um método propulsor, feito pelo motor movido a bateria (segunda fase de testes). A esteira da lagarta foi feita a partir de um pedaço de EVA, que foi colocado em volta das rodas lisas. O pneu *off-road* também foi formado a partir do uso do EVA que foi colado diretamente nas rodas lisas. O pneu *slick* utilizado já foi comprado pronto, ou seja, não precisava de adaptações.

Todos os três tipos de roda, percorreram a pista em momentos diferentes e cada teste foi cronometrado, apesar de alguns testes cujo as rodas foram ineficazes e o carrinho nem chegou a se movimentar. Com isso, foi possível identificar o tempo que o carrinho com a roda *off-road* (a única que obteve sucesso), demorou para percorrer até o fim do trajeto e consequentemente comprovar a eficácia (ou não) das distintas rodas.



**Figura 7:** Storyboard do experimento FONTE: Foto autoral.



### **Lista dos materiais necessários**

Na montagem do carrinho 1, foram utilizadas oito rodas, quatro do modelo *slick* e quatro do modelo *off-road* e duas lagartas mecânicas, além disso, o que deveria fazer o carrinho locomover-se era um cilindro pequeno de óxido nitroso. Foi construído um chassi de madeira e acopladas hastes de metal e canudos nele. Já na montagem do carrinho 2, foram utilizados os mesmos materiais básicos como o chassi de madiera, as rodas, hastes e canudos também utilizados no carrinho 1, porém dessa vez, foi utilizado um motor pequeno movido a bateria. Para a execução da pista com o solo simulado de Marte, foram utilizados alguns restos de papelão, tinta preta e uma mistura composta principalmente de terra, areia e pedregulhos. Além disso, foram utilizadas 4 hastes de ferro e a mesma quantidade de canudos, para fixar as rodas na placa de madeira, que irá servir como um chassi improvisado. Para dar energia à roda, usaremos um motor elétrico.



**Figura 8:** Materiais utilizados para a produção do carrinho. FONTE: Foto autoral.

### **Resultados e Discussão**

Os testes com as rodas foram realizados em duas partes relacionadas ao método de propulsão, teste C (utilização do cilindro de óxido nitroso) e teste B (utilização da bateria). O teste C não foi analisado, pois não foram coletados resultados. Já o teste B foi bem sucedido e por meio de suas análises, foi possível observar que a roda *off-road* teve o melhor desempenho, pois levou o menor tempo para chegar ao fim do trajeto, em seguida a lagarta mecânica e por último a *slick*, que nem chegou ao fim do trajeto. É possível comprovar isso pelos dados da tabela abaixo:



Tabela 1: resultados organizados por tipo de roda, tempo e se chegou ao fim do trajeto utilizando o motor de bateria.

Teste	Tipo de roda	Tempo	Chegou ao fim do trajeto
1	Slick	T.N.M	N.C.T
2	Off-road	1,94s	C.T
3	Lagarta mecânica	2,19s	C.T

### Legenda:

T.N.M: Tempo não medido

N.C.T: Não completou o trajeto

C.T: Completou o trajeto

Nos testes realizados com o carrinho 1, foram comparados os pneus *off-road* e *slick*, para o método de propulsão foi utilizado um cilindro de óxido nitroso, contudo não foram obtidos resultados. Primeiramente, os carrinhos foram acionados com cilindros vazios, cujo um pêndulo de madeira foi solto manualmente e batia no cilindro que empurrava o carrinho, porém por ser um processo realizado manualmente, não foram possíveis obter resultados já que a força em que o pêndulo golpeava o carrinho era diferente, logo seriam obtidos diferentes resultados a cada batida. Em seguida, foram feitos testes com cilindros cheios (com óxido nitroso). Durante esses testes, novamente não foi possível obter resultados, pois além da questão manual, o cilindro os fazia ir rápido demais, tornando impossível cronometrar o tempo que o carrinho demorava para chegar ao fim do trajeto.

Nos testes realizados com o carrinho 2, foram comparadas todas as três rodas (*slick*, *off-road* e a lagarta mecânica). Dessa vez, para o método de propulsão, foi utilizado um motor movido a bateria que nesta ocorrência, funcionou bem. O pneu *off-road* apresentou características adequadas ao terreno semelhante ao de Marte, a maciez, o tamanho e as ranhuras presentes na roda, facilitaram sua aderência no ambiente de difícil locomoção, permitindo o sucesso da roda no solo. Segundo a matéria "Tudo que você precisa saber sobre pneus Off Road" (GRUPO JR, 2021), este pneu é apropriado para trilhas e áreas que contém lama.

A lagarta mecânica, é feita especificamente para locais sem estrada ou infraestrutura (WIKIPEDIA, 2020), não funcionou durante as primeiras vezes que foi testada, isso porque a sua estrutura não foi bem executada, ao ligar o motor, ela se desfez. A hipótese do porquê a lagarta mecânica se desmontou, foi que as rodas da frente (ligadas diretamente ao motor) moviam-se rápido demais se comparadas as



rodas de traz (rodas que não estão diretamente ligadas ao motor). Isso fez com que a roda saísse do eixo devido a diferença de velocidade em que as dianteiras e traseiras se moviam. Foram tomadas medidas. No desenvolvimento do sistema de lagarta, vários problemas foram encontrados: primeiro, foi determinado que as esteiras eram tensas demais, causando uma torção nas hastes do motor. Isso foi rapidamente concertado, feitas algumas modificações as esteiras. Depois, foi observado também que a roda slick não estava tracionando com a esteira, resultando em falha crítica na esteira. A solução para isso foi a adição de cola quente à roda slick, que, após ter esfriado, dava à mesma uma textura borrachuda que permitia a tração entre esteira e roda. Em seguida, concluiu-se que a esteira não iria se manter nas rodas sem auxílio, algo que foi remediado com a adição de palitos de dente às rodas. Por fim, foi observado uma vibração na haste esquerda do motor, que foi corrigida com o uso de duas tiras de madeira, adquiridas das sobras de uma cortadora a laser. Ao fim de todas as correções, o carrinho com a lagarta mecânica foi capaz de completar o trajeto.

O desempenho da roda *slick* não foi bom, ao ativar o motor, o carrinho atolou no solo, não foi nem possível cronometrar o tempo que o carrinho levou para chegar ao fim do trajeto pois ele não saiu do lugar. Isso pode ter ocorrido, pois a roda *slick* é própria para terrenos lisos e compactos, logo quando colocada para percorrer um trajeto com terra, areia e pedregulhos, derrapava e cavava o solo, fazendo assim, com que o carrinho atolasse (JUVENAL, 2009). O modelo *slick* poderia ter funcionado se o solo de Marte e consequentemente a simulação, fossem compactos.

## Conclusão

Os objetivos gerais do projeto foram alcançados, uma vez que foi possível elencar a melhor roda para o solo simulado marciano sendo elas: *Off Road*, Lagarta Mecânica e por fim Roda *Slick*. Além disso o carrinho apesar do primeiro protótipo de carrinho não ter tido êxito, o segundo foi construído com êxito.



## Referências

- GALAZ, M. 2021. Assim viveremos em Marte. Disponível em: <<https://brasil.elpais.com/eps/2021-11-05/assim-viveremos-em-marte.html>>. Acesso em: 24/08/2022.
- GRUPO JR, 2021. **Tudo que você precisa saber sobre pneus off-road.** Disponível em: <<https://grupojrpneus.com.br/tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-pneus-off-road/>>. Acesso em: 02/09/2022
- JUVENAL, J. 2009. **Slick na lama.** Disponível em: <<http://www.autoentusiastasclassic.com.br/2009/07/slick-na-lama.html>>. Acesso em: 02/09/2022.
- MARIO, M. s. d. **As primeiras análises de solo Marciano feitas pelo SPIRIT revelam surpresas.** Disponível em: <<https://www.cienciaviva.pt/rede/space/home/sugestao14.asp>>. Acesso em: 31/08/2022.
- STEIN, L. 2020. **Projeto de um sistema de tração 4x4 para um veículo off-road do tipo baja.** Disponível em: <<https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/3119>>. Acesso em: 30/09/2005.
- TERRA, 2016. Os cinco maiores problemas ambientais do mundo e suas soluções. Disponível em: <[https://www.terra.com.br/noticias/os-cinco-maiores-problemas-ambientais-do-mundo-e-suas-solucoes\\_cf455538bbcf16f47b9bae6cd2694d81jc6rr5as.html](https://www.terra.com.br/noticias/os-cinco-maiores-problemas-ambientais-do-mundo-e-suas-solucoes_cf455538bbcf16f47b9bae6cd2694d81jc6rr5as.html)>. Acesso em: 24/08/2022.
- WIKIPEDIA, 2020. Lagarta mecânica. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Lagarta\\_\(mec%C3%A1nica\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Lagarta_(mec%C3%A1nica))>. Acesso em: 02/09/2022.
- Figura 1: GALAZ, M. 2021. Assim viveremos em Marte. Disponível em: <<https://brasil.elpais.com/eps/2021-11-05/assim-viveremos-em-marte.html>>. Acesso em: 24/08/2022.
- Figura 2: PAIS, A. 2021. **Novos limites mantêm equilíbrio da Terra; Veja 4 já ultrapassados.** 2009. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-59214427>>. Acesso em: 20/05/2022.
- Figura 3: ESA, 2016. **Os Perigos De Aterrarr Em Marte.** 2016. Disponível em: <[https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Portugal/Os\\_Perigos\\_De\\_Aterrarr\\_Em\\_Marte](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/Os_Perigos_De_Aterrarr_Em_Marte)>. Acesso em: 10/06/2022.
- Figura 4 A: Guaporé pneus. Disponível em: <<https://www.guaporepneus.com.br/6-pneus-off-road/gaiola-baja/aro-16/pneu-23570r16-remold-cravao-tork-cross-mud-jEEP-gaiola>>. Acesso em: 10 de junho de 2022;
- Figura 4 B: Pirelli. Disponível em: <<https://www.pirelli.com/tyres/pt-br/motorsport/all-tyres/products-sheet/slick>>. Acesso em: 10/06/2022.



- Figura 4 C: Auto core. Disponível em: <<https://www.autocorerobotica.com.br/chassi-robotanque-com-esteira-lagarta>>. Acesso em: 10/06/2022.
- Figura 4: Revista Galileu. **Cientistas descobrem que o solo de Marte é mais perigoso do que imaginávamos.** Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT337611-17770,00.html>>. Acesso em: 10/06/2022.
- Figura 5: **BBC, 2021.** Missão em Marte: As incríveis imagens dos primeiros 100 dias de robô da Nasa no planeta vermelho. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-57317901>>.



## Protótipo de Carro Comercialmente Viável Movido a Energia Solar

Bruno Ornelas Alves, David Duek Guarino, Fabrício Giusti Oliveira Monteiro,

Fernando Py Vieira

Professor(a) orientador(a): Marta Rabello, Carol Zambranna

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

O aumento na preocupação sobre as mudanças climáticas, seguido pelo aumento do custo de combustíveis fósseis, feito fez com que as empresas automobilísticas começassem a pesquisar e investir em métodos de abastecimento mais baratos e mais ecológicos. Portanto, esse estudo tinha a intenção de descobrir se um carro energizado por painéis fotovoltaicos seria economicamente viável. Para identificar se seria possível, o experimento foi feito usando um modelo de carro, constituído por um motor de 6 volts, uma bateria de 9 volts e placas solares de 12 volts. O objetivo foi medir a quantidade de tempo que um carro seria capaz de se mover, depois de um certo período de exposição a fonte de luz e fazendo os testes com diferentes números de placas solares conectados a ele. Depois, do experimento foi descoberto o que foi esperado, a quantidade de tempo que o modelo funciona, cresce com o número de placas adicionadas ao mesmo, um aumento de cerca de 100% do tempo de funcionamento de uma placa para três placas conectadas. No entanto, ainda resulta em uma alta proporção entre quantidades de exposição necessária de tempo e tempo de funcionamento, por volta de 43 segundos de tempo de funcionamento por 1 hora de exposição a luz. Além disso, os preços das placas necessárias para o carro ser carregado é extremamente alto. Os altos valores das placas fotovoltaicas comprometem, economicamente, a viabilidade do uso de carros solares e a alta demanda de eletricidade para mover por períodos normais de tempo, resultando na inviabilidade para o uso diário. Esses resultados, mostram que provavelmente seria mais efetivo realizar pesquisas e desenvolver outros tipos de técnicas de energia limpa, mas com o rápido avanço tecnológico, é possível pensar que no futuro as tecnologias necessárias para a viabilidade do carro solar serão criadas.



**Palavras-chave:** Placa Solar; Carro Elétrico; Modelo; Viabilidade; Método de Abastecimento Limpo

## Abstract

The rise of awareness about climate change, followed by the rise of the cost of fossil fuels, has made the automobile companies start to research and invest in cheaper and more climate friendly fueling methods. Therefore, this study had the intention of finding out if a car powered by photovoltaic panels would be economically viable. In order to identify if that would be possible, the experiment was made using a model of a car, constituted of a 6 volts engine, a 9 volts battery charged by 12 volts solar panels. The objective was measuring the amount of time a car would be able to move for, after a certain period of exposure to a light source and making the tests with different numbers of photovoltaic plates connected to it. After the experiment, it was found out that, as expected, the quantity of time that the model works for, increases by the number of solar plates connected, a rise of around 100% of working time from one panel to three panels connected. However, it still results in an extremely high proportion between amounts of necessary exposure time to working time, around, only, 43 seconds of working time per hour exposed. In addition, the price of the panels necessary for the car to be powered is extremely high. The expensive prices of the photovoltaic panels compromises, economically, the viability of the use of solar cars and the high demand of electricity needed to move for normal periods of time results in the unviability for daily usage. This result shows that it would probably be more effective to search and develop other types of clean fueling techniques, but, with the rapid technological advances recently, it is very realistic to think that in the future the necessary technologies for a viable solar car will be created.

**Keywords:** Solar Panel; Eletric Car; Model; Viability; Clean Fueling Method

## Introdução

Com a Revolução Industrial, a invenção do motor a vapor foi indispensável para o crescimento econômico, mas, sem dúvida, a criação do motor a combustível fóssil foi um divisor de águas no desenvolvimento da humanidade. No começo do século XX, o carvão era o principal combustível fóssil usado, fosse para a indústria ou aquecimento doméstico, porém, atualmente, o petróleo e o gás natural se tornaram disparados os mais utilizados (CARVALHO, 2008). Dentre os diversos produtos



obtidos do petróleo, aqueles que se destacam são, com certeza, a gasolina e o diesel. Desde o início da indústria automobilística, esses dois exerceram um papel imprescindível.

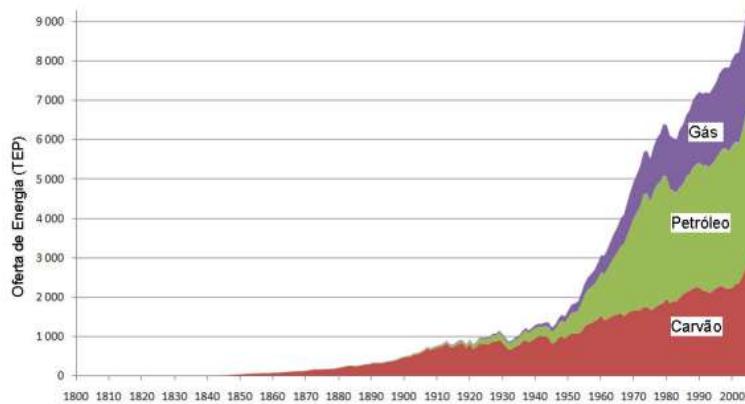


Figura 1: Histórico da produção mundial de energias fósseis (1800-2008)

Porém com o avanço das ideias de sustentabilidade e preservação do meio ambiente, percebeu-se que esse tipo de combustível é extremamente prejudicial ao nosso planeta, levando à acentuação da poluição atmosférica. O efeito estufa, que ocorre por causa do acúmulo de gases na atmosfera, sobretudo o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que retêm a radiação infravermelha do sol e não permitem que o calor que incide sobre a Terra seja integralmente refletido de volta ao espaço, tem como seu principal causador o processo de combustão dos derivados de petróleo efetuado pelos motores veiculares (GOLDENSTEIN E AZEVEDO, 2006). Referido efeito pode ser apontado como causador de inúmeras enfermidades ao nosso planeta entre elas: aquecimento global, derretimento de geleiras e perda da biodiversidade.

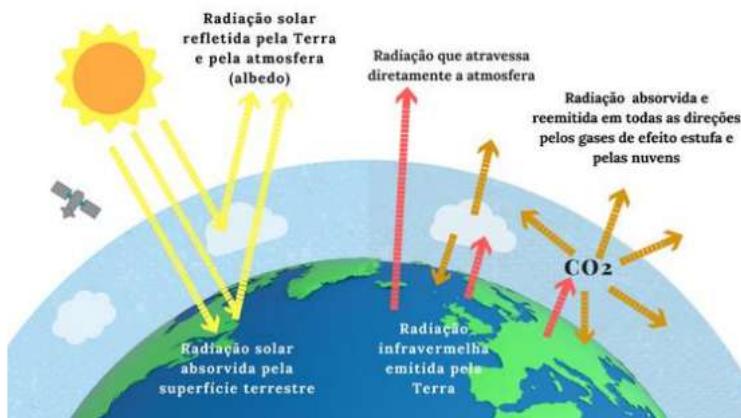


Figura 2: Desenho esquemático do efeito estufa na Terra.



Para enfrentar esse problema, começou-se a procurar novas formas para possibilitar o funcionamento da indústria automobilística. Uma das alternativas, e a que mais vem crescendo, é a energia elétrica que, no seu uso, não traz danos ao meio ambiente. Além de ser mais sustentável do que os combustíveis fósseis, outro benefício da energia elétrica é o preço para produzi-las. Enquanto na gasolina, por exemplo, é necessária a construção de grandes plataformas e refinarias para chegar ao produto, na energia elétrica, é necessária, por exemplo, apenas uma placa solar. Nos últimos anos, o preço da gasolina e diesel têm subido exponencialmente. O preço médio da gasolina no Brasil em 2002 era de cerca de R\$ 1,57/litro, esse valor sofreu um aumento de 175% em uma década, levando a um preço médio de R\$ 2,74/litro e desde então teve um aumento de 265%, levando ao preço médio em março de 2022 de R\$7,26/litro, segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2022).

Já existem vários carros no mercado movidos à energia limpa. Carros elétricos, em específico, têm ganhado espaço, em um setor que atualmente é dominado por veículos com motor à combustão interna (BARAN E LEGEY, 2010). Em uma perspectiva de curto prazo, os veículos elétricos irão substituir os veículos à combustão. Para poder suprir essa demanda decorrente dessa nova tendência, começaram a ser desenvolvidos estudos sobre o aproveitamento da energia solar na indústria automobilística.

Porém, antes, é importante entender como que é feita a conversão da energia solar em elétrica. A primeira transformação registrada foi realizada por Edmond Bequerel em 1839 por meio do efeito fotovoltaico (NASCIMENTO, 2004). Não deve se confundir o efeito fotoelétrico com o efeito fotovoltaico. No primeiro, os elétrons são ejetados da superfície de um material após exposição à radiação com energia suficiente sem nenhuma direção para serem coletados. Já o efeito fotovoltaico consiste na criação de correntes elétricas em um material semicondutor quando exposto a energia solar, os elétrons ejetados se direcionam da banda de valência para serem coletados na banda de condução, resultando no surgimento da tensão elétrica (COMETA, 1978). Essa tecnologia foi implementada pela primeira vez na forma de placas fotovoltaicas para serem usadas para a geração de eletricidade em satélites (NASCIMENTO, 2004).



Dos vários materiais semicondutores encontrados na Terra, o mais utilizado é o silício, pois seus átomos possuem quatro elétrons na camada de valência, que fazem ligação com os elétrons do átomo vizinho, formando assim uma rede cristalina. (CRESESB, 2006). As células fotovoltaicas presentes nas placas encontradas no mercado atualmente são realmente, na grande maioria, células de silício, das quais existem três tipos. Podem ser de silício cristalino, que se subdividem em monocristalino e policristalino, ou podem ser de silício amorfo. As células de silício monocristalino apresentam maior eficiência de conversão fotovoltaica, em torno de 12%- 15%, sendo que o valor máximo encontrado em laboratório foi de 25%, e é possível encontrar células no mercado com eficiência de até 22,7% (MACHADO E MIRANDA, 2014).

As células de silício monocristalino são feitas a partir de um único cristal de silício (chamado de cristal semente) mergulhado em silício fundido, processo de Czochralski. Durante o crescimento, o cristal recebe pequenas quantidades de boro formando um semicondutor dopado do tipo p (MACHADO E MIRANDA, 2014).

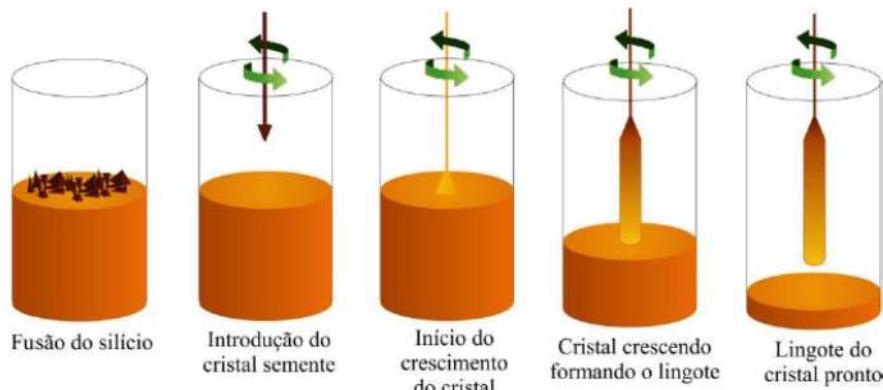


Figura 3: Crescimento do monocrystal

Estudos recentes buscam avaliar a viabilidade das tecnologias fotovoltaicas na geração de energia solar em carros elétricos. Uma pesquisa publicada na Revista Acertte estudou os meios de abastecimento de carros elétricos a partir da energia solar, observando as tecnologias envolvidas e as mais diversas formas de captação dessa energia. (GÉLIO E CÉSAR, 2021). Rizzo (2010), por exemplo, concluiu que o uso de energia solar em automóveis ainda não está maduro e que ainda não seria viável. Outros estudos apresentam protótipos com alguns limites de autonomia (PIOVANI et al., 2017) e tamanho.



Dante disso, seria possível construir um carro, comercialmente viável, movido somente à energia solar?

## Objetivos

### OBJETIVO GERAL:

Estudar a viabilidade da exploração comercial de um carro movido somente à energia solar.

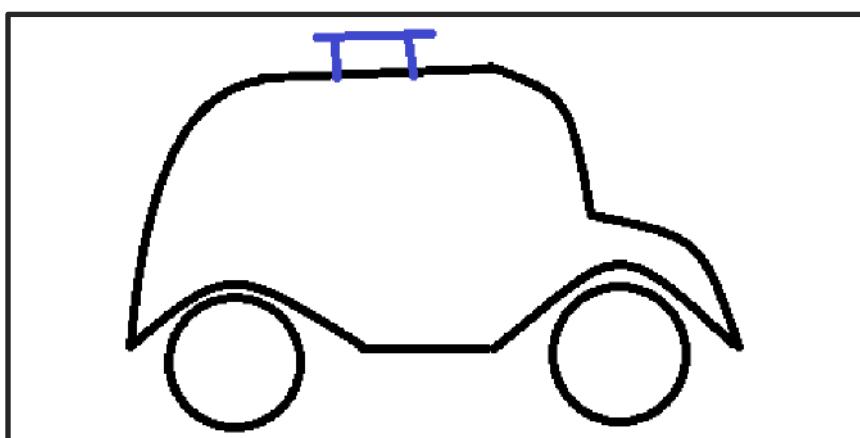
### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1 –Verificar se o protótipo funciona no Sol
- 2- Observar quanto tempo o carro funciona para um determinado período de tempo exposto ao Sol
- 3- Medir a eficiência da placa solar quando exposta à uma lâmpada
- 4- Proporcionar o protótipo com o carro real

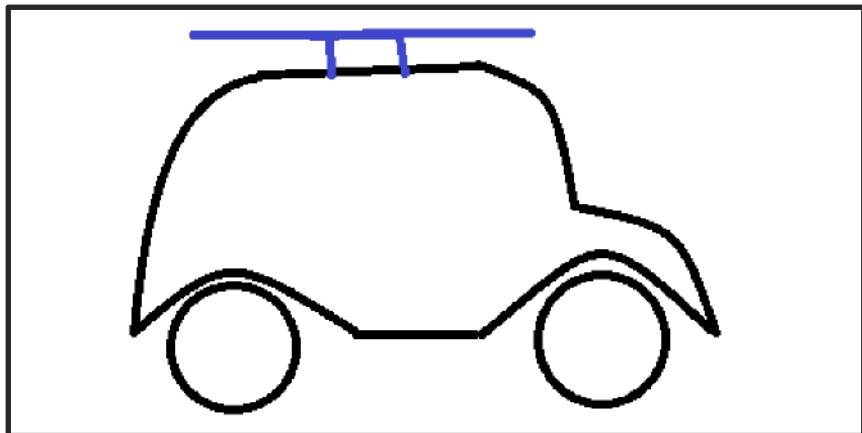
## Materiais e Método

Nosso protótipo representa a ideia de um carro movido a energia solar em uma escala menor. Com isso, é possível calcular a eficiência das placas solares junto ao motor. Buscamos um carro leve, com materiais manipuláveis para menor perda de energia.

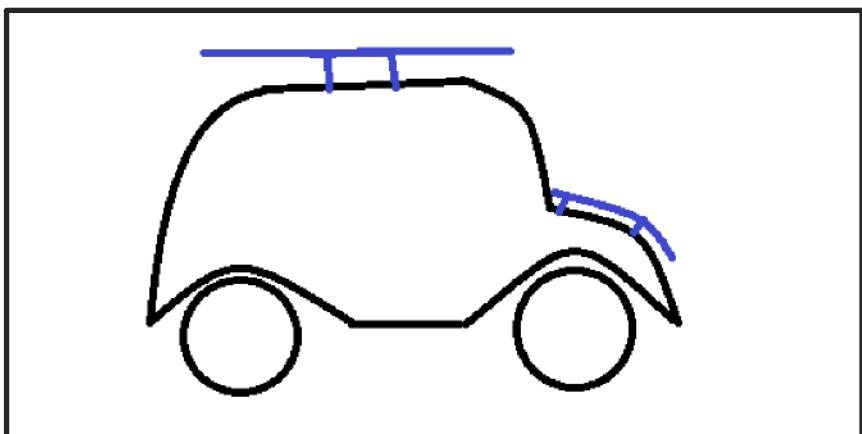
*Storyboard do experimento:*



Apenas 1 placa instalada no carro



2 placas instaladas no carro



3 placas instaladas

## Resultados e Discussão

### Resultados preliminares

Teste de eficiência das placas solares

	<b>Placa 1</b>	<b>Placa 2</b>
Área	15cm x 8,5cm	11cm x 6cm
Voltagem com luz perto (1 metro)	6,6 volts	7,2 volts
Voltagem com luz longe (3 metros)	6,25 volts	7 volts



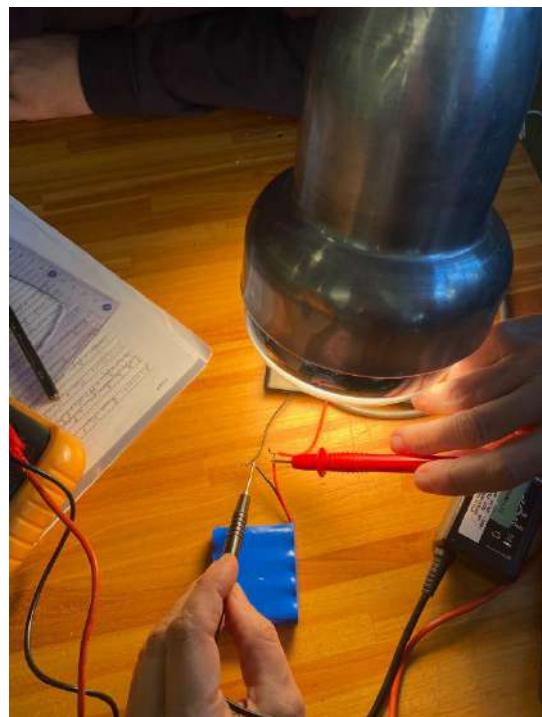
Conclusão: placa 2 será o tipo utilizado no experimento

Massa da placa: 10 gramas

Massa do carro (sem as placas): 341 gramas

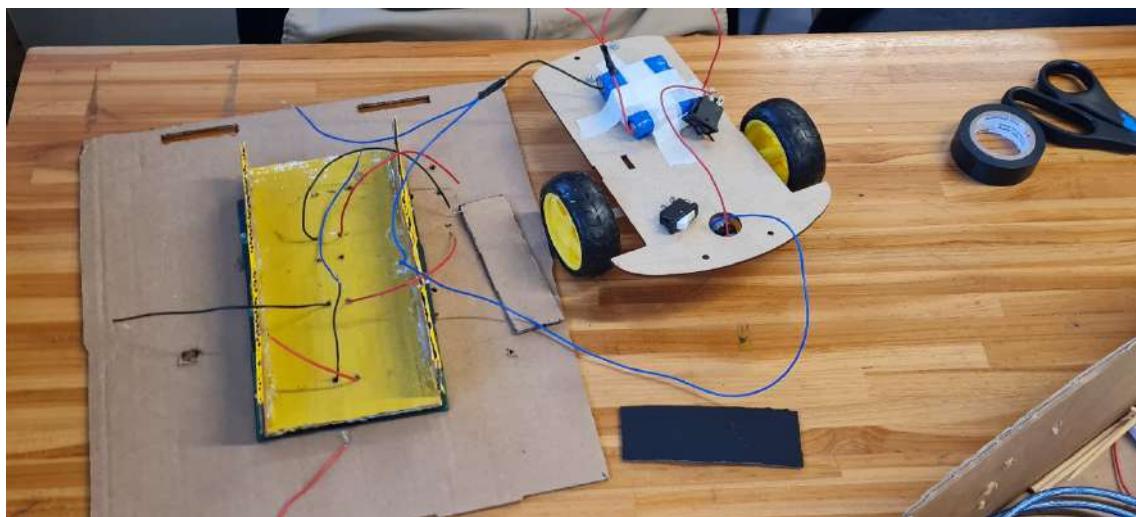


Legenda: montagem do eixo das rodas da frente





Legenda: Medição da voltagem da bateria recarregável que será implementada no sistema de abastecimento do carro.



Legenda: sistema interno do carro completo.

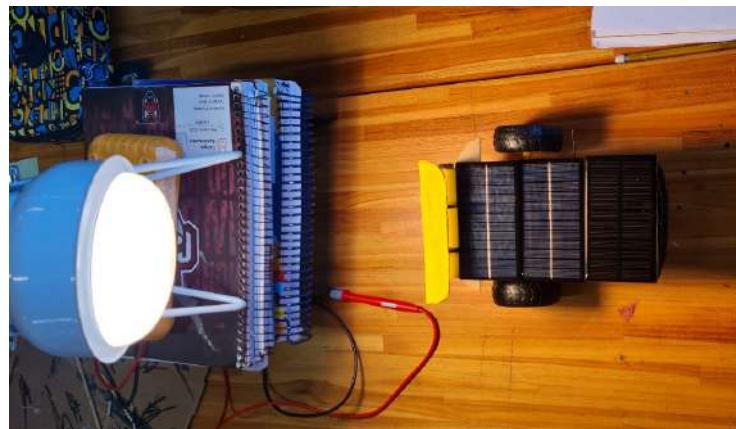


Legenda: aparência exterior do carro

## Experimento

O protótipo foi exposto a uma luz de 250 Watts de potência com incidência de 45° e à 30 centímetros de distância durante 2 minutos. Então o interruptor do fio que liga a placa à bateria foi desligado e o interruptor do fio que liga a bateria ao motor foi ligado e o modelo foi colocado no chão. Cada teste foi feito 3 vezes.

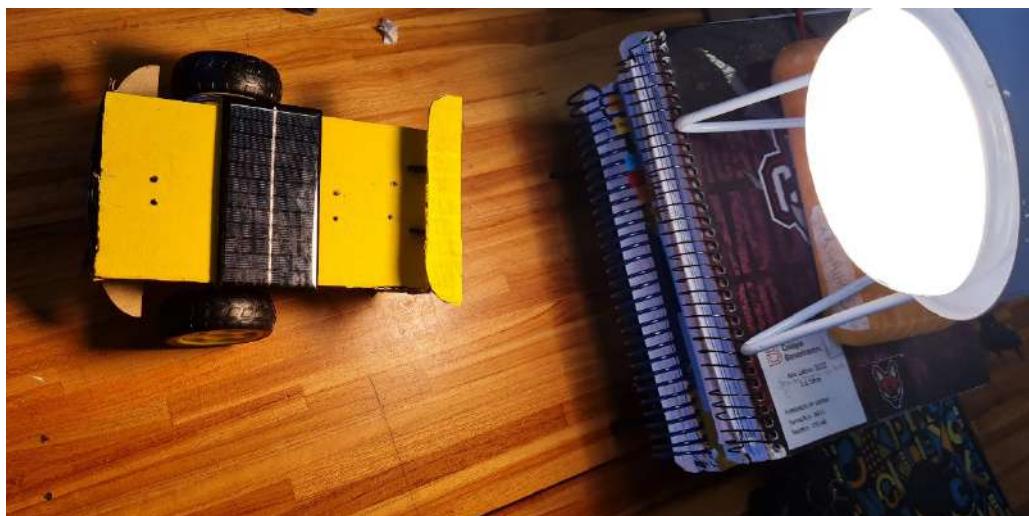
Número de placas	Tempo de funcionamento (MÉDIA)
1	26 segundos
2	44 segundos
3	53 segundos



Legenda: experimento com 3 placas



Legenda: experimento com 2 placas



Legenda: experimento com 1 placa

## Discussão

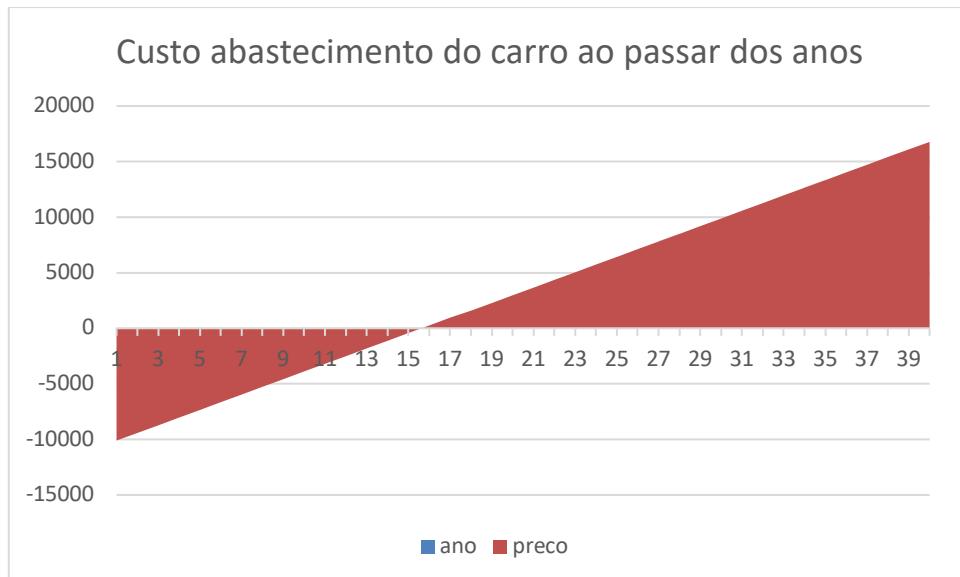
Se for considerado que o carro real teria 3 metros de comprimento e 1,5 metros de largura, seria possível colocar 3 placas de 1,5x1m de área. O valor da potência das



placas no modelo é de, aproximadamente 90W, então, proporcionalmente, no carro real seria de 20,25 kW.

Entretanto, com a placa solar Sunpower SPR-X21-345, a mais potente no mercado atualmente, e com a mesma área, pode-se produzir uma potência de, aproximadamente 1kW. Ou seja, se o protótipo anda, aproximadamente 21,5 segundos por minuto exposto, o melhor carro que poderia ser construído, com o mesmo sistema de captura e alimentação de energia, funcionaria cerca de 0,4 segundos por minuto exposto. Considerando que uma pessoa usa o carro 2 horas por dia e que durante o verão a luz dura 13 horas, seria necessário que o carro ficasse absorvendo luz por pouco mais de 7 dia para andar durante um dia.

Para comprar a melhor placa com as medidas necessárias, o preço é de, aproximadamente, 10100 reais. Além disso, realizando uma aproximação, um carro com um motor de combustão interna gastaria, em média, 689 reais por ano para andar uma quantidade similar a de que foi encontrada no cálculo anterior, considerando que o preço de um litro permaneceria em 7 reais. Esse cálculo leva ao resultado de que demoraria 16 anos para o custo da gasolina ultrapassar o custo da compra da placa solar, porém o tempo médio no qual uma pessoa permanece com um carro é de 7,3 anos nos Estados Unidos e apenas 18 meses no Brasil (RODRIGUEZ,2017).





## Conclusão

Os resultados dos cálculos e experimentos permitem concluir que as tecnologias atuais não possibilitam que haja uma viabilidade de consumo no dia a dia (PIOVANI et al., 2017), ademais de que, por ser um equipamento com preços muito elevados, o custo das placas não compensa, economicamente, o fato de não haver a necessidade de abastecer o carro com combustíveis. É um fato que as tecnologias fotovoltaicas irão avançar com o passar do tempo. Assim, pode-se concluir que no futuro existirão técnicas ainda mais eficientes para serem usadas no “abastecimento” dos automóveis, além de que os preços das placas tendem a baixar. Uma opção mais imediata seria instalar placas solares nas casas de pessoas para carregar as baterias de seus carros.

## Referências

- Agência Nacional do Petróleo (ANP). 2022. Disponível em <[https://preco.anp.gov.br/include/Resumo\\_Semanal\\_Combustiveis.asp](https://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Semanal_Combustiveis.asp)>. Acesso em: 21 de março de 2022.
- CARVALHO, José Francisco de. **Combustíveis Fósseis e Insustentabilidade**. Revista Ciência e Cultura, vol.60, n.3, Setembro 2008. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252008000300011&script=sci\\_arttext4](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252008000300011&script=sci_arttext4)>. Acesso em: 20 de março 2022.
- MATAVELLI, Augusto Cesar. **Energia solar: geração de energia elétrica utilizando células fotovoltaicas**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2013/MEQ13015.pdf>>. Acesso em: 24 de mar. de 2022.
- GÉLIO, Lucas Gomes e CÉSAR, Francisco Ignácio Giocondo. **Abastecimento de carros elétricos a partir de energia solar**. REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE, v. 2, n. 1, p. e2150, 2021. Disponível em: <https://acertte.org/index.php/acertte/article/view/50>. Acesso em: 22 mar. 2022.
- GOLDENSTEIN, Marcelo; AZEVEDO, Rodrigo Luiz Sias de. **Combustíveis alternativos e inovações no setor automotivo: será o fim da "era do petróleo"?** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 23, p. 235-267, mar. 2006. Disponível em: <http://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2531>. Acessado em 22 de março de 2022.



- NASCIMENTO, Cássio Araújo do. **Princípio de Funcionamento da célula Fotovoltaica.** Minas Gerais, 2004. Disponível em: <[https://www.solenerg.com.br/files/monografia\\_cassio](https://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio)>. Acesso em: 24 de mar. de 2022
- PIOVANI, Juliane Taise; LEITE, Cleiton Thiago Pacheco; SANTOS, Franciso dos; SILVA, Marcos Paulo da; SANTOS, Maurício Eduardo dos; SOPHILIO, Nilton Cesar; BOMEISEL, Eduardo. **Carro elétrico movido a energia solar.** Revista Connectionline, v.17, 2017. Disponível em: <<http://www.periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/377>>. Acesso em: 13 de mar. de 2022.
- MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. **Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão.** Revista Virtual de Química, v.7, p.126-143, 2014. Disponível em: <<https://rvq-sub.sbz.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>>. Acesso em: 24 de mar. de 2022.
- RIZZO, G. **Automotive Applications of Solar Energy.** IFAC Proceedings, v.43, p. 174-185, 2010. Disponível em:<<https://doi.org/10.3182/20100712-3-DE-2013.00199>>. Acesso em: 22 de mar. De 2022.
- BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro. **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil.** V.33, p.207-224, 2010. Disponível em: <[https://web.bnbes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1489/3/A%20BS%2033%20Ve%c3%adculos%20el%c3%a9tricos%20-%20hist%c3%b3ria%20e%20perspectivas%20no%20Brasil\\_P.pdf](https://web.bnbes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1489/3/A%20BS%2033%20Ve%c3%adculos%20el%c3%a9tricos%20-%20hist%c3%b3ria%20e%20perspectivas%20no%20Brasil_P.pdf)>. Acesso em: 25 de mar. de 2022.
- RODRIGUEZ, Henrique. Pesquisa revela quais carros ficam mais tempo com o primeiro dono. Quatro Rodas, 2017. Disponível em: <https://quatorodas.abril.com.br/noticias/pesquisa-revela-quais-carros-ficam-mais-tempo-com-o-primeiro-dono/>. Acesso em: 21 de outubro de 2022

#### Imagens:

- Figura 1:  
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26107/000755427.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Figura 2:  
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/194261/001085731.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura 3:  
<https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/KtbxLvhVgrDbfFPztqcZWBJwDhvCbPqjGB?projector=1&messagePartId=0.1>



## Rover Independente: protótipo de um veículo movido a energia solar

Gabriela Vergetti Cordeiro, Guilherme Fragoso Marin, Louane Aparecida de Goes

Ferreira, Luca Domingues Ferreira, Victória de Souza Almeida

Professor(a) orientador(a): Marta Rabello e Carol Zambrana

**Colégio Bandeirantes**

### Resumo

A Terra está sendo cada vez mais danificada pelas ações da espécie humana, por isso descobrir maneiras de estudar outros planetas é essencial. Tendo isso em mente, o objetivo principal deste projeto foi construir um protótipo de um carro independente, baseado nos rovers que foram enviados a Marte, que pudesse atravessar terrenos acidentados, desviar de obstáculos utilizando um sensor UV e tendo como sua única fonte de energia, a energia solar. Para atingir o objetivo, o grupo analisou diversos artigos científicos para reunir informações e métodos úteis para auxiliar o processo de construção de um protótipo. Depois de reunir todas as informações necessárias, o processo de construção do protótipo foi avançando lentamente até sua conclusão. Depois disso, um experimento envolvendo painéis solares foi realizado para descobrir o ângulo ideal entre  $0^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $35^\circ$  e  $45^\circ$  graus para alcançar máxima eficiência energética. Os resultados obtidos no experimento revelaram que o ângulo de  $45^\circ$  dos painéis solares é o ângulo mais adequado para o projeto. A principal conclusão que se pode tirar deste projeto é: É possível criar um carro autônomo com sensor UV, capaz de se deslocar em terrenos irregulares e que dependa exclusivamente da energia solar.

**Palavras-chave:** Protótipo; sensor; experimento; solar; autônomo; eficiente; Marte.



## Abstract

As Earth is more damaged from the actions of the human species, figuring out ways to study other planets is essential. Having that in mind, the main goal of this project was building a prototype of an independent car, based on the rovers that were sent to Mars, that could transverse through rough terrains, evade obstacles utilizing a UV sensor and having solar power as its only energy source. In order to achieve the goal, the group analysed several scientific articles to gather useful information and methods to assist the process of constructing a prototype. After gathering all the information needed, the process of constructing the prototype was slowly advancing until its completion. After that, an experiment involving solar panels was assigned to discover the ideal angle between 0°, 20°, 35° and 45° degrees for maximum energy efficiency. The results obtained from the experiment revealed the 45° angle for the solar panels to be the most suited angle for the project. The main conclusion that can be drawn is that it is possible to create an autonomous car with a UV sensor, able to move through irregular landscape and that relies solely on solar energy.

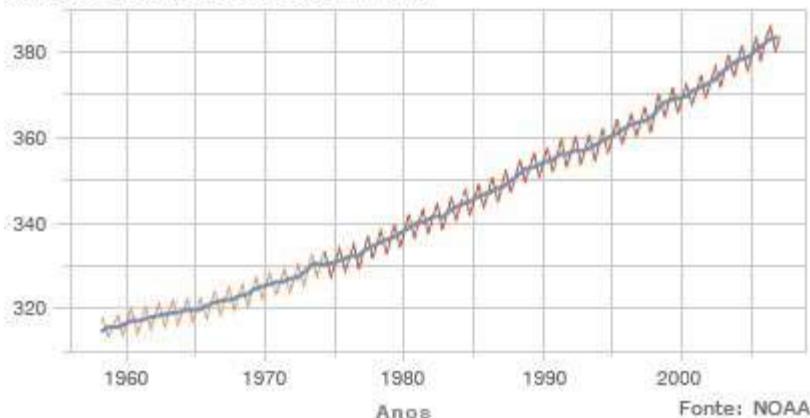
**Keywords:** Prototype; sensor; experimente; solar; autonomous; eficiente; Mars.

## Introdução

Sabe-se que o planeta Terra sofreu danos praticamente irreversíveis, como a emissão de gases poluentes intensificadores do efeito estufa, ocasionando a extinção de espécies animais, tal como redução expressiva da biodiversidade, escassez de recursos essenciais à manutenção da vida e aumento das temperaturas e do nível do mar. Isso se agravou por conta de processos modernistas, como as revoluções científicas e industriais, que se agravaram a partir do século XVIII, modificando as relações do homem com a natureza e alterando o método produtivo, de forma a substituir o trabalho manufaturado (trabalho manual) e introduzir a máquinofatura (trabalho mecanizado). O que teve como resultado, principalmente, o aumento da produção e o crescimento gradativo da emissão de gases poluentes no decorrer dos anos por conta das fábricas, intensificando cada vez mais as mudanças climáticas e o aquecimento global.



**CO<sub>2</sub> NA ATMOSFERA SEGUNDO OBSERVATÓRIO DE MAUNA LOA**  
Concentração (partículas por milhão)



Fonte: NOAA

Figura 1: Gráfico sobre o aumento de CO<sub>2</sub> após a revolução industrial.

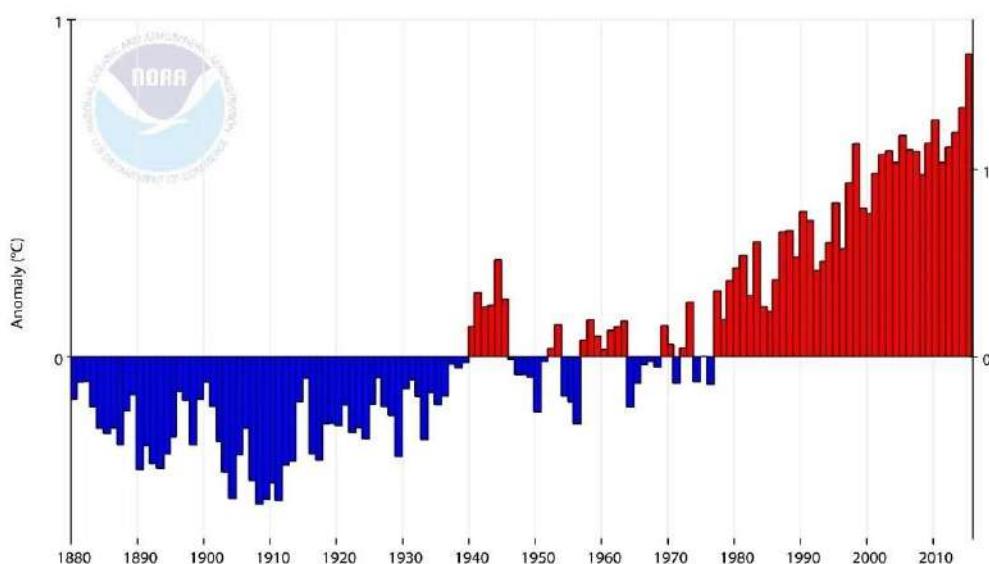
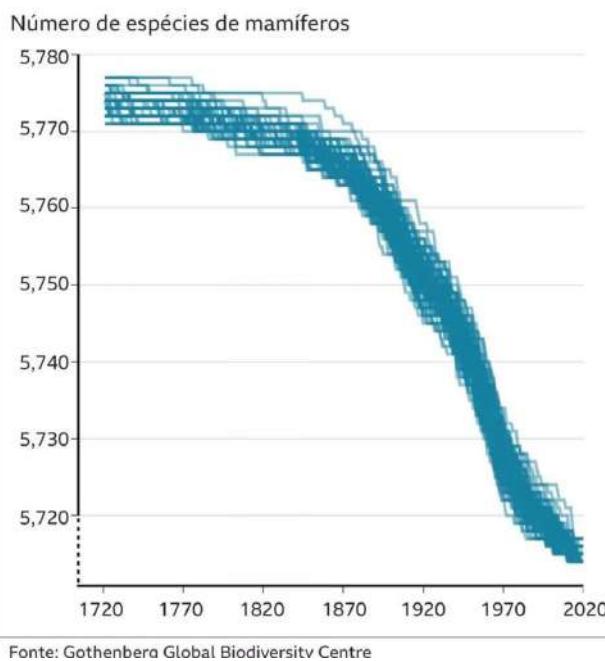


Figura 2: gráfico que mostra o aumento da temperatura média global ao longo dos anos



### Espécies de mamíferos perdidas nos últimos 300 anos



BPC

Figura 3: Gráfico sobre o impacto do desenvolvimento humano em relação às espécies mamíferas.

O sociólogo, cientista político, professor, escritor e político brasileiro, Fernando Henrique Cardoso (2020) diz que:

*"A pior guerra é a guerra contínua contra a natureza, que é silenciosa, que destrói ao longo do tempo",*

evidenciando e criticando a lenta degradação do planeta Terra causada pelos seres humanos. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), só em abril de 2021, a Amazônia já teve mais de 581 quilômetros quadrados desmatados, o que representa 43% a mais do que foi desmatado em 2020. (NIKLAS e GRANDELLE, 2021)



## Área sob alerta de desmatamento na Amazônia Legal em abril entre 2016 e 2021

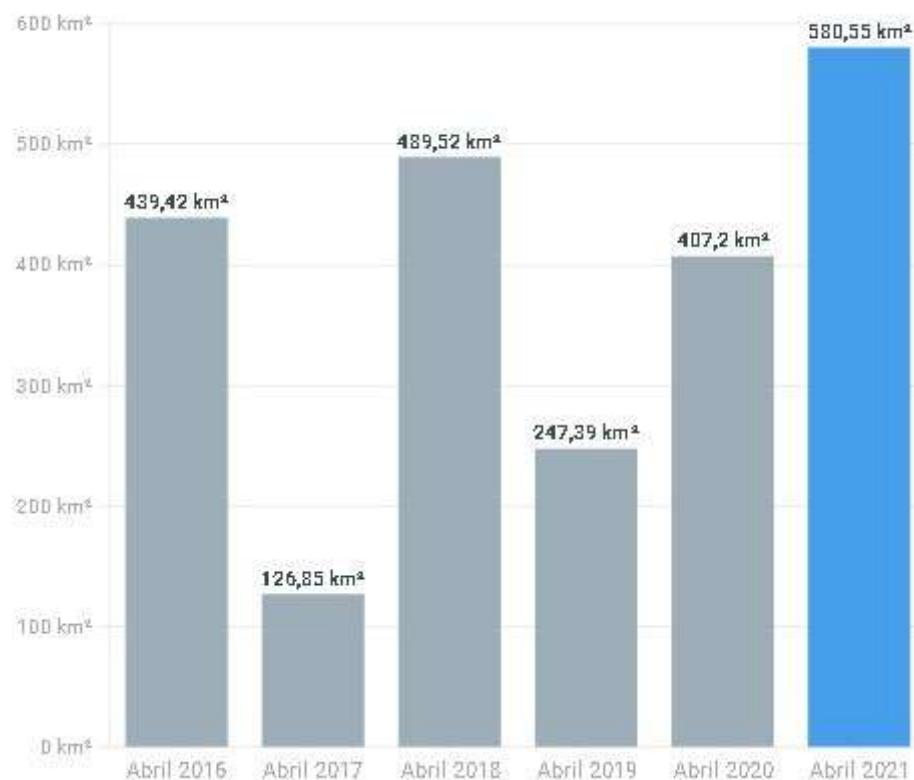


Figura 4: Gráfico do aumento do desmatamento na Amazônia

Segundo o provérbio indígena:

*“Só quando a última árvore for derrubada, o último peixe for morto e o último rio for poluído é que o homem perceberá que não pode comer dinheiro.”*

Por conta dessa excessiva exploração vegetal e de vários outros fatores, tais como as intensas atividades agrícolas e industriais que agravam o efeito estufa, há a necessidade de um grande foco em pesquisas sobre a exploração espacial. Segundo Stephen Hawking, a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias que auxiliem o estudo sobre Marte ou a sobrevivência da humanidade no planeta são essenciais. Há uma grande chance de que o tempo do homem na Terra esteja se esgotando, por



conta disso é necessário que ações sejam tomadas rapidamente. (MATHEW, 2021) (BBC, 2017)

O planeta vermelho se mostrou ser a opção mais viável para conter a humanidade, por conta de suas características similares à Terra, quando comparado aos outros planetas do sistema solar, como sua temperatura, em torno de -60°C; gravidade de aproximadamente 3,7 m/s<sup>2</sup>; ciclo do dia de 24 horas e 36 minutos; e reservas de água em estado sólido abaixo da superfície, além de ser um dos planetas mais próximos da Terra, facilitando a viagem. (GUITARRARA)

As sondas enviadas para o planeta são, hoje, a forma mais eficaz de se estudar Marte de perto, por conta disso, o desenvolvimento de máquinas mais capacitadas é extremamente importante para o progresso nessas pesquisas. Estudos mostram que essas sondas precisam ter a capacidade de conseguir se locomover pelo terreno e por obstáculos no planeta, portanto, devem ser leves e capazes de obter energia por métodos sustentáveis, tudo para aumentar as chances de sucesso da missão. (PEIXOTO, 2021)



Figura 5: sonda Opportunity em Marte

Um ponto essencial a ser estudado é o deslocamento automático que as sondas possuem. Um fator imprescindível para tal feito é o sensor de obstáculos, o qual tem o intuito de identificar e contornar obstáculos que podem aparecer em seu caminho. O solo de Marte, por ser rochoso, arenoso e muito modificado pela erosão



eólica (PEIXOTO, 2021), torna-se bastante desafiador para o deslocamento da sonda. Portanto, é necessária a utilização de sensores para a facilitação desse processo.



Figura 6: solo de Marte

É essencial para todo e qualquer veículo garantir o seu funcionamento, a utilização de uma fonte de combustível. Como opções temos a gasolina, etanol, GNV (Gás Natural Veicular), diesel, dentre outras, as quais são inviáveis para a utilização em Marte, por conta do transporte ao planeta. No entanto, esses combustíveis apresentam seus prós e contras, a gasolina, por exemplo, tem como principal vantagem sua eficiência, sendo considerada um ótimo lubrificante para o motor, no entanto, como desvantagem, é derivada do petróleo um dos principais poluentes da atmosfera terrestre, portanto não é uma boa escolha a ser explorada no novo planeta. Já o álcool etílico mais conhecido como etanol, embora seja menos poluente, mais acessível financeiramente do que combustíveis fósseis e por ser uma matéria prima que absorve CO<sub>2</sub>, ele é menos eficiente do que os derivados do petróleo e pode ser prejudicial a motores que não estejam adaptados (WM1); (PAULINO, 2018).



Figura 7: Placas fotovoltaicas

Considerando os prós e contras da utilização dos combustíveis, e a locomoção do combustível da Terra a Marte, conclui-se que a melhor solução é a utilização de energia fotovoltaica como fonte de combustível, para que não sejam cometidos os mesmos erros da Terra em Marte. Com isso, a melhor alternativa como fonte de energia para sustentar o projeto é a solar, sendo ela benéfica e renovável. Também chamada de energia fotovoltaica, esse tipo de energia é obtida através da captação de luz solar por placas fotovoltaicas e dentro dessas placas há células fotovoltaicas que são compostas de materiais semicondutores, a função dessas células é gerar e armazenar energia. Esse processo depende que fótons atingem as células e ao atingi-las fazem os elétrons se movimentarem e irem até células do material semicondutor, que está com falta de elétrons, essa “viagem” gera energia elétrica (WAGNER, 2018).

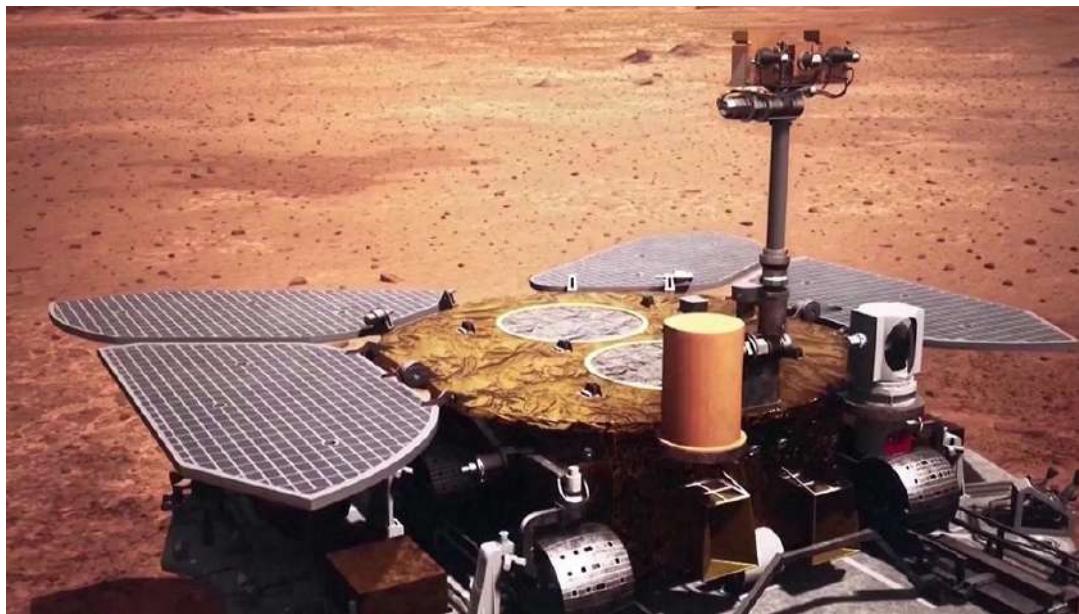


Figura 8: Sonda de Marte movida a energia solar.

A vantagem de utilizar o sol como fonte de combustível é de que é uma energia limpa e renovável, ou seja, o seu uso não irá interferir na natureza. Mas a eficiência desse tipo de energia necessita da luz da estrela do sistema solar, então quando é noite não é possível adquirir energia, no entanto pode-se armazená-la.

Utilizando as tecnologias de locomoção, sensores de movimento e obtenção de energia solar, as sondas poderão cumprir suas funções, explorando o planeta vermelho.

Tendo em vista os aspectos apresentados, este projeto visa responder à seguinte pergunta:

**É viável a produção de um protótipo de veículo que desvia de obstáculos, movido a energia solar?**

## Objetivos

### Geral:

Construir um protótipo de carro que possa trafegar em terrenos acidentados, utilizando técnicas inspiradas e utilizadas em sondas profissionais e painéis solares para captar energia.



## Específicos:

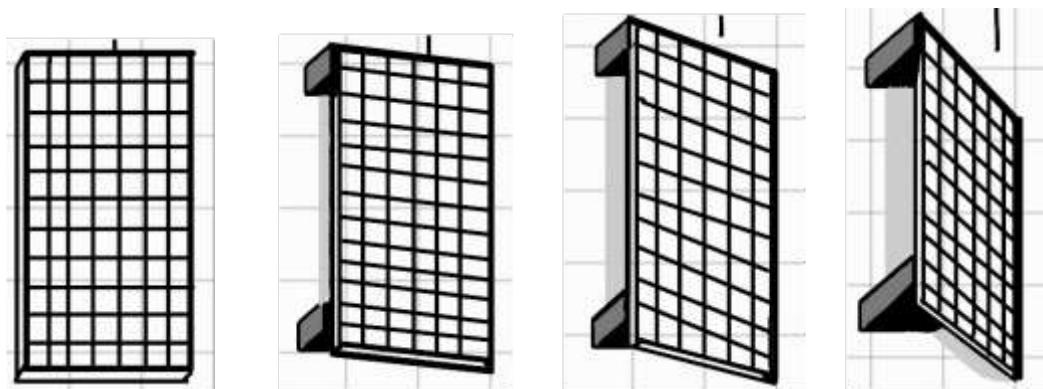
- Estudar onde embutir sensores de movimento para que a sonda supere obstáculos
- Analisar como a placa solar se comporta em diferentes situações
- Analisar a viabilidade das estruturas e do funcionamento do protótipo.

## Materiais e Método

O projeto visava desenvolver um protótipo de carro que conseguisse se locomover em terrenos acidentados utilizando sensores de movimento para desviar de obstáculos e painéis solares para obter energia. Para cumprir este objetivo foi necessário investigar algumas questões: O funcionamento dos sensores e do sistema fotovoltaico, a conversão de energia luminosa para energia elétrica e o posicionamento dos sensores de movimento. Ao investigar estes fatores, o grupo esperava analisar a eficiência da conversão energética e também a variação da posição e da inclinação do painel solar e através de experimentos, medir as mudanças dos resultados obtidos utilizando análises comparativas e averiguando o método mais eficaz conforme as alterações realizadas nestes tópicos.

A questão a ser respondida é: Como implementar tecnologias para garantir a funcionalidade e longevidade de um protótipo de carro em solo acidentado. A hipótese criada pelo grupo é: se a posição e a inclinação da placa solar forem ajustadas adequadamente, então o protótipo será mais eficaz.

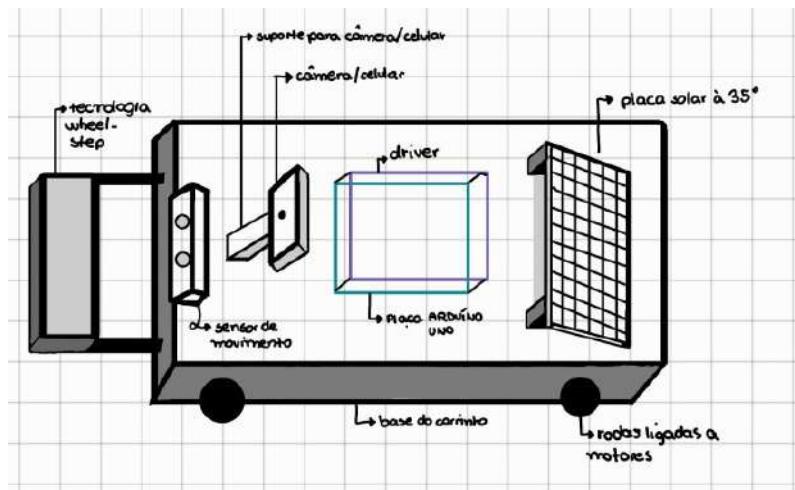
No experimento foi alterada a inclinação da placa solar presente no protótipo em diferentes níveis. Nível 1 ou controle: a placa inclinada a  $0^\circ$ , nível 2: a placa inclinada a  $20^\circ$ , nível 3: a placa inclinada a  $35^\circ$ , nível 4: a placa inclinada a  $45^\circ$ . Cada teste foi repetido 3 vezes, e os resultados obtidos para cada nível constituíram uma média. Neste experimento, a posição e a inclinação da placa foram a variável independente, a quantidade de energia convertida pelo protótipo foi a variável dependente e a quantidade de volts que a placa converte, o local onde o experimento foi realizado e o tipo de placa solar utilizada são as constantes.



Placa a 0° Placa a 20° Placa a 35° Placa a 45°

Os materiais necessários para a produção deste protótipo de carro foram:

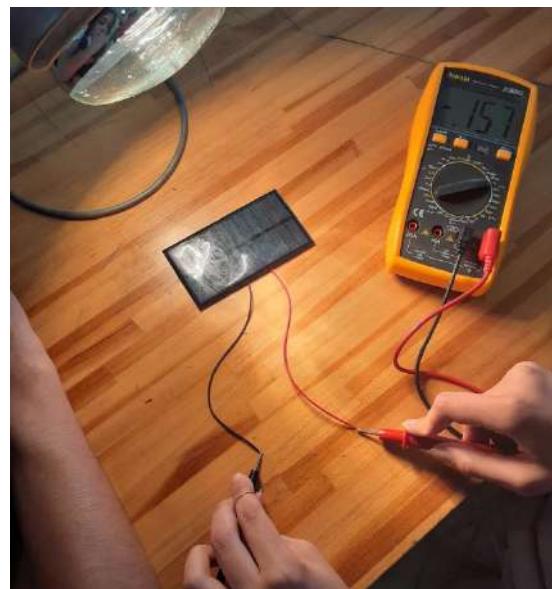
- 1 Placa Controladora Arduíno,
- 1 Driver Motor Ponte – H L298N
- 2 rodas com motor engrenado
- 1 roda boba
- 1 Sensor UV, HC-SRO4
- Pilhas
- 2 pilhas recarregáveis de 1,5 volts
- 1 regulador de tensão LM2596
- 2 suportes para pilha
- 2 interruptores
- 1 placa solar pequena
- 1 base de madeira
- Parafusos e porcas
- Jumpers



Modelo completo do projeto com placa solar a 35°, com vista superior.

## Resultados e Discussão

Durante os testes iniciais após uma breve montagem do protótipo, foi possível chegar à conclusão de que as placas solares não provêm energia suficiente para os componentes do projeto, já que estes requerem quantidades de energia constantes, sem variações, e as placas fotovoltaicas transformam a energia luminosa em energia elétrica em níveis inconstantes.



Figuras 9 e 10: Testes de voltagem da placa solar.

Desta forma, houve alterações no protótipo, de modo que os motores utilizados serão abastecidos por baterias recarregáveis, assim, os componentes receberão a



energia necessária para que o seu desempenho seja satisfatório. O objetivo seguinte foi a utilização de placas solares capazes de fornecer energia para carregar as baterias recarregáveis, assim foi possível concluir os experimentos em relação ao ângulo ideal para a placa.

Após outros testes iniciais utilizando baterias externas, foi observado o funcionamento das rodas e também do sensor de movimento, ambos obtiveram êxito em seus testes e estão funcionando devidamente. Contudo, existem diversos problemas em relação à fiação do protótipo, muitos fios possuíam mau contato ou não conduziam a energia devidamente.

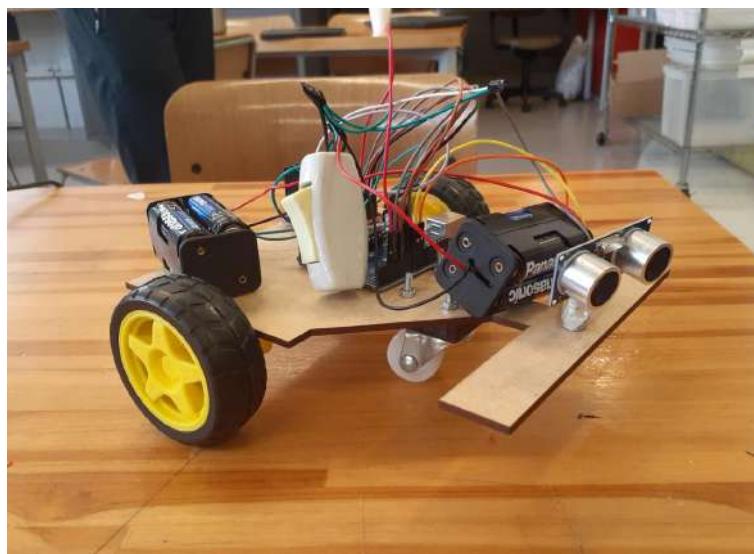


Figura 11: Foto do estágio inicial do protótipo.

Após os testes para medir a voltagem da placa solar, foram realizados diversos ajustes ao protótipo, os fios defeituosos e com mau contato foram revisados, trocados e inseridos corretamente todos em seus devidos locais. Além disso, foi refeita a organização espacial de todos os componentes presentes no protótipo e estes foram acoplados permanentemente à estrutura da sonda.

Depois que todos os ajustes necessários foram realizados, teve-se como objetivo implementar a placa solar, portanto, foi preciso o uso de um regulador de tensão, de modo que a energia transferida da placa para os componentes não os estrague. A voltagem foi ajustada ao que seria equivalente a 3 volts, e o regulador soldado à placa, que logo foi acoplada às baterias recarregáveis.

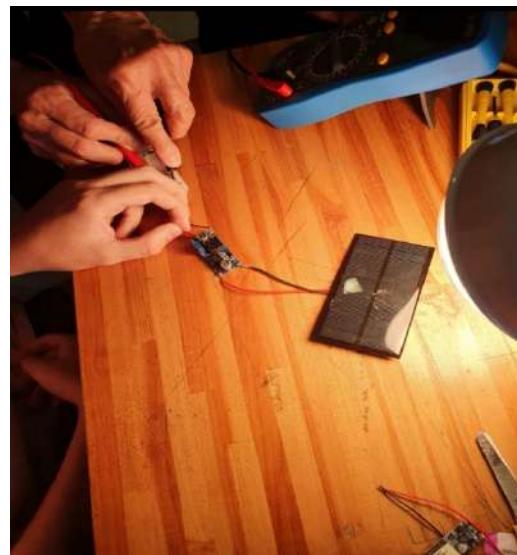


Figura 12: Teste do regulador

Conclui-se que mesmo com todas as melhorias o protótipo não estava funcionando de forma plena, pois havia falhas que impossibilitavam a operação correta do veículo, então foi necessário a implementação de outra bateria, desta forma cada componente teria sua respectiva fonte de energia.

Após a revisão de todos os componentes do protótipo e a eliminação de todas as falhas para que o carrinho estivesse o mais eficiente possível, o próximo passo foi finalmente realizar a experiência com os ângulos para a placa solar. A tabela abaixo indica a média os resultados obtidos.

INCLINAÇÃO DA PLACA	RESULTADO TESTE 1	RESULTADO TESTE 2	RESULTADO TESTE 3
<b>Zero graus (0°)</b>	6.70 Volts	6.65 Volts	6.63 Volts
<b>Vinte graus (20°)</b>	7.10 Volts	7.06 Volts	7.02 Volts
<b>Trinta e cinco graus (35°)</b>	7.11 Volts	7.09 Volts	7.05 Volts
<b>Quarenta e cinco graus (45°)</b>	7.23 Volts	7.19 Volts	7.16 Volts



Figura 13: Execução do experimento

A respeito das diferentes inclinações da placa solar, esperava-se que o ângulo ideal para o eficiente funcionamento do projeto fosse o de  $20^\circ$ , no entanto a partir da análise e discussão dos resultados conclui-se de que a inclinação de maior eficiência para o protótipo foi a de  $45^\circ$ , uma vez que com ela a painel fotovoltaico recebe uma maior incidência de luz solar obtendo deste modo uma maior conversão de energia luminosa em energia elétrica, o que proporciona uma maior disponibilidade de energia. De modo que fosse acoplada, ao projeto, a maior base triangular de madeira, que corresponde a  $45^\circ$ . (VILLALVA,2020)

Produziu-se também as demais partes para a sustentação da estrutura do projeto utilizando madeira, como as paredes laterais, uma parede traseira com uma abertura em baixo para possibilitar a passagem de fios e o teto da sonda, que servirá de base para placa solar. A base, paredes e teto foram pintados de preto para melhorar o design do protótipo.

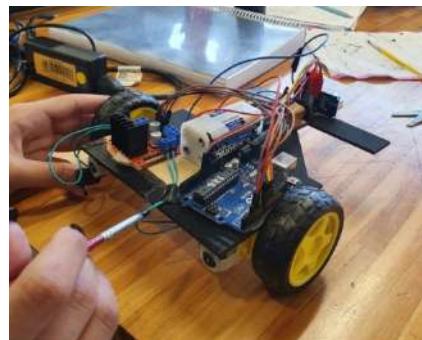


Figura 14: Pintura do protótipo.

## Conclusão

Após a finalização do projeto, é possível concluir que é viável criar um protótipo de carro autônomo, baseado nos rovers enviados para Marte, que consiga desviar de obstáculos utilizando um sensor UV e que seja capaz de se locomover em terrenos irregulares, dependendo exclusivamente de energia solar adquirida através de painéis solares. Também se provou possível e esperada a realização do projeto em uma escala maior, utilizando mais tecnologias, sensores e aumentando a obtenção de energia e expandindo as possibilidades para o protótipo.

## Referências

- PAULINO, Tailane. **Etanol: Conheça as vantagens e desvantagens.** estudo prático, (data não informada). Disponível em: <https://www.estudopratico.com.br/etanol-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 25/03/2022
- REGINA, Carla. **Revolução Industrial no Enem: veja do artesanato à maquinofatura.** blog do enem, 2018. Disponível em: <https://blogdoenem.com.br/revolucao-industrial-historia-enem/>. Acesso em: 25/03/2022
- WAGNER, Luiz. **Painel Solar: entenda o funcionamento e as suas vantagens.** hcc, 2018. Disponível em: <https://hccenergiasolar.com.br/posts/painel-solar-entenda-o-funcionamento-e-https://hccenergiasolar.com.br/posts/painel-solar-entenda-o-funcionamento-e-as-suas-vantagens/as-suas-vantagens/>. Acesso em: 25/03/2022
- **Vantagens e Desvantagens da Energia Solar Fotovoltaica.** PORTAL solar, (data não informada). Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energiahttps://www.portalsolar.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar.htmlsolar.html>. Acesso em: 25/03/2022



- VILLALVA, Marcelo. Como determinar o ângulo de inclinação dos módulos fotovoltaicos? Canal Solar, 2020. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/como-determinar-o-angulo-de-inclinacao-dos-modulos-fotovoltaicos/>. Acesso em: 23/09/2022

**Álcool ou gasolina: qual combustível vale a pena?** WM1, (data não informada). Disponível em: <https://www.webmotors.com.br/wm1/dinheiro-economia/alcool-ou-gasolina-qual-combustivel-vale-pena.ampeconomia/alcool-ou-gasolina-qual-combustivel-vale-pena.amp>. Acesso em: 25/03/2022

- PEIXOTO, Viviane. **A Geologia do Planeta Vermelho.** Igeológico, 2021. Disponível em: <https://igeologico.com.br/a-geologia-do-planeta-vermelho/>. Acesso em: 25/03/2022
- ZHENG, J.; GAO, H.; YUAN, B.; *et al.* **Design and terramechanics analysis of a Mars rover utilising active suspension, Mechanism and Machine Theory.** Volume 128, 2018, Pages 125-149. Elsevier, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094114X1830171X>. Acesso em: 25/03/2022
- MATHEW, Santhosh. **Os seres humanos são capazes de destruir toda a vida na Terra?** BBC, 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-57333671>. Acesso em: 28/04/2022
- GUITARRARA, Paloma. **Marte.** Brasil Escola, (data não informada). Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/marte.htm> Acesso em: 28/04/2022
- BBC. **Tomorrow's World, The Search For a New World.** 2017. Disponível em: <https://www.bbc.co.uk/programmes/p05gyk5j>. Acesso em: 28/04/2022

### **Figuras das Imagens:**

- Figura 1: **(Sem título).** bbc, (data não informada). Disponível em: [https://www.bbc.com/staticarchive/9d5c41a5276eff5bb8fa4cc3367c4903531754\\_a3.gif](https://www.bbc.com/staticarchive/9d5c41a5276eff5bb8fa4cc3367c4903531754_a3.gif). Acesso em: 25/03/2022
- Figura 2: **O gráfico do aumento da temperatura média global.** Ciência e Clima, 2018. Disponível em: <https://cienciaeclima.com.br/grafico-do-aumento-da-temperatura-global/temperatura-global/>. Acesso em: 25/03/2022
- Figura 3: **'Somos a espécie mais perigosa da história': cinco gráficos sobre o impacto da atividade humana na biodiversidade.** g1, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/10/12/somos-a-especie-mais-perigosa-da-historia-cinco-graficos-sobre-o-impacto-da-atividade-humana-na-biodiversidade.ghtml> . Acesso em: 25/03/2022



- Figura 4: NIKLAS, Jan, GRANDELLE, Renato. **Desmatamento recorde na Amazônia: 2021 teve pior abril da série histórica, mostra Inpe.** O GLOBO, 2021. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/um-so-planeta/desmatamentohttps://oglobo.globo.com/um-so-planeta/desmatamento-recorde-na-amazonia-2021-teve-pior-abril-da-serie-historica-mostra-inpe-25007389recorde-na-amazonia-2021-teve-pior-abril-da-serie-historica-mostra-inpe-25007389>. Acesso em: 25/03/2022
- Figura 5: **Após 15 anos, NASA encerra missão da sonda Opportunity em Marte.** Galileu, 2019. Disponível em [https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2019/02/apos-15https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2019/02/apos-15-anos-nasa-encerra-missao-da-sonda-opportunity-em-marte.html](https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2019/02/apos-15https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2019/02/apos-15-anos-nasa-encerra-missao-da-sonda-opportunity-em-marte.htmlanos-nasa-encerra-missao-da-sonda-opportunity-em-marte.html). Acesso em: 25/03/2022
- Figura 6: GOMES, Acsa. **Solo de Marte se inclina em eclipses solares.** OLHAR DIGITAL, 2020. Disponível em : <https://olhardigital.com.br/2020/09/08/ciencia-ehttps://olhardigital.com.br/2020/09/08/ciencia-e-espaco/solo-de-marte-se-inclina-em-eclipses-solares/espaco/solo-de-marte-se-inclina-em-eclipses-solares/>. Acesso em: 25/03/2022
- Figura 7: **2x Sensor Ultrassônico HC-SR04 | Sensor de Distância.** Casa da ROBÓTICA, (data não informada). Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/sensores-modulos/sensores/movimentohttps://www.casadarobotica.com/sensores-modulos/sensores/movimento-proximidade/2x-sensor-ultrassonico-hc-sr04-sensor-de-distanciaproximidade/2x-sensor-ultrassonico-hc-sr04-sensor-de-distancia>. Acesso em: 25/03/2022
- Figura 8: **Placas Fotovoltaicas: as 7 Principais Questões Respondidas que Você não Pode Ficar sem Saber.** Blue Sol Energia Solar, (data não informada). Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/placas-fotovoltaicas/>. Acesso em: 25/03/2022
- Figura 10: ZAMPOLLI, Marisa. **O céu não é o limite na aplicação da energia solar.** PORTAL Solar, 2021. Disponível em: [https://www.portalsolar.com.br/noticias/opiniao/opiniao-tecnologia/o-ceu-nao-ehttps://www.portalsolar.com.br/noticias/opiniao/opiniao-tecnologia/o-culo-nao-e-o-limite-na-aplicacao-da-energia-solaro-limite-na-aplicacao-da-energia-solar](https://www.portalsolar.com.br/noticias/opiniao/opiniao-tecnologia/o-ceu-nao-ehttps://www.portalsolar.com.br/noticias/opiniao/opiniao-tecnologia/o-ceu-nao-e-o-limite-na-aplicacao-da-energia-solaro-limite-na-aplicacao-da-energia-solar). Acesso em: 25/03/2022.