

# RevisteAM

Produções Científicas da 2.a Série do Ensino Médio

v.03 n.01 - 2020



**Prefácio com**

**Lilian Bacich**

*O STEAM e seu potencial  
na Educação*

*Kenzo Fujiwara*

**Entrevista com**

**Mayra Ivanoff Lora**

*Um bate papo sobre o  
STEAM no Band*

**Trilhas**

Comunicação

Energia

Infraestrutura

# ReviSTEAM - REVISTA CIENTÍFICA DO STEAM - COLÉGIO BANDEIRANTES

## **COORDENADORES**

Me. Mariana Peão Lorenzin

Me. Renato Pacheco Villar

## **EDITORES**

Beatriz Portela Nascimento

Denis Massucatto dos Santos

Fabício Masutti

Fernanda Beraldo Lorena

Fernanda Cavaliere Ribeiro Sodré

Gabriel Oliveira Steinicke

Giuliana Uchoa Carrieri

Lílian Siqueira

Lucianne Leigue dos Santos Aguiar

Mariane Cavalheiro

Marta Lenardon Corradi Rabello

Riviane Garcez da Silva

## **EQUIPE DE PROFESSORES ORIENTADORES**

Alexandre Magno (Física - Me.)

Carolina Zambrana (Química - Me.)

Gabriel Oliveira Steinicke (Física)

Fabício Masutti (Artes/Música - Esp.)

Fernanda Cavaliere Ribeiro Sodré (Física - Me., Dr.)

Lílian Siqueira (Química - Me.)

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

Maria Fernanda Moreira (Química)

Mariane Cavalheiro (Design IA/Artes - Me.)

Marta Lenardon Corradi Rabello (Física - Me.)

Renato Pacheco Villar (Física - Me.)

## **EQUIPE DE ASSISTENTES E TÉCNICOS**

Denis Massucatto dos Santos

Luiz Carlos Ponce Nunes

Mayara de Carvalho Santos

Milton Borelli Júnior

Natasha Colombo Braga

Nícolás dos Santos Menezes

## **CRÉDITOS DA CAPA E EDITORAÇÃO**

Kenzo Fujiwara

Wilton Yoshizava

Eliane Gerbaudo Costa

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

Diretores Pedagógicos: Pedro Fregoneze, 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. São Paulo: Colégio Bandeirantes, v. 1, dez. 2020.

12 p. : il. color.

Anual

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

CDU 168.521(075.2)

# NOTA DO EDITOR

Caros leitores,

Esta revista, em forma de coletânea organizada, vem apresentar o conjunto de trabalhos escritos na forma de artigos científicos, como produto final da disciplina STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math), do segundo ano do Ensino Médio do Colégio Bandeirantes. Esta disciplina foi ministrada, quase que totalmente, no formato de Ensino Remoto, devido às condições excepcionais da pandemia, no ano de 2020. Estes alunos, organizados em grupos de acordo com seu interesse por um ou outro tema, foram, inicialmente, levados a aprofundar seus conhecimentos a respeito do pensamento e método científico, do design experimental e da escrita científica. A partir do planejamento e da realização de seus projetos, trouxeram estes conhecimentos prévios para contextos reais, por eles escolhidos.

Um total de cento e dois artigos científicos, cada um redigido por um grupo de três a seis alunos, foi produzido ao longo do ano de 2020. Estes artigos contemplaram uma estrutura que configura o padrão da ReviSTEAM do Colégio Bandeirantes e todos os autores tiveram que segui-lo, com o propósito de aprender qual o significado de cada um dos itens que compõem os artigos. Assim, primeiramente os autores definiram seus temas de projetos e pesquisaram a fundamentação teórica na literatura científica, construíram uma justificativa para seus trabalhos e definiram seus objetivos iniciais. A partir da elaboração de um planejamento, conceberam o design experimental de seus projetos e descreveram o método utilizado. Em seguida, coletaram e registraram seus resultados, analisando-os e, finalmente concluíram a publicação. Foi incluído também as referências utilizadas no projeto.

É importante apontar que a autoria do texto final é dos alunos, tendo sido respeitadas suas apresentações de resultados, análises e conclusões. Os professores orientadores mediarão o desenvolvimento dos projetos, sugerindo estratégias de pesquisa e de experimentação, oferecendo *feedbacks* para que erros iniciais e intermediários fossem corrigidos.

A partir da análise dos problemas mais contundentes que atingem o nosso planeta, como poluição, aquecimento global, fome, falta de água, etc..., os alunos foram provocados acerca da questão: “Já que o planeta tem tantos problemas, será que vale a pena tentar resolvê-los e aqui ficar ou será que vale à pena investir na colonização de um outro planeta ou um outro corpo celeste, para levar a espécie humana (Marte)?”. Assim, cada aluno pode fazer a sua escolha e formar grupos com colegas que pensavam da mesma forma, mirando uma questão que fosse importante para ele, tanto para ficar na Terra quanto para colonizar Marte.

Os temas são muito variados. Refletem a grande diversidade de pensamento e de preocupações dos alunos, mas, também mostram a enorme curiosidade científica. Um fato que se destaca, que empresta um toque quase poético à essa produção, é o fato de que estes adolescentes sempre colocam em primeiro lugar temas e problemas que, de alguma forma atendem as necessidades dos mais vulneráveis, daqueles que sofrem mais diretamente com os problemas da sua cidade, de seu estado e de seu país, e mesmo com problemas ambientais globais, em geral. Mesmo ao analisar seus próprios resultados, a partir de certo problema estudado, os grupos imediatamente querem sugerir, na sua conclusão, formas de “consertar” a situação constatada.

É importante lembrar que mesmo os projetos que dependeram de experimentos, foram todos feitos em casa, com os recursos possíveis num contexto tão adverso. Muita determinação e comprometimento levaram, mesmo nestas circunstâncias, a resultados muito relevantes. Adaptações com simuladores e com dados externos também produziram incríveis trabalhos! Vale a pena conhecer!

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas.”

Carl Sagan

Boa leitura.

Equipe STEAM.

Texto de Marta Rabello

# Prefácio

## O potencial da abordagem STEAM na educação de hoje

Lilian Bacich<sup>1</sup>

As metodologias ativas são abordagens que potencializam as ações de ensino e aprendizagem porque promovem o envolvimento dos estudantes como atores do processo e não como meros espectadores. Essas metodologias têm sido consideradas uma forma de convergência de diferentes modelos, envolvendo diferentes recursos e estratégias que são considerados inovadores.

O que essas estratégias fazem, na verdade, é transformar. Transformam espaços, transformam papéis, transformam a sala de aula em um local em que se constroem ricas experiências de aprendizagem. São abordagens mais do que inovadoras, são transformadoras. A inserção das metodologias ativas nas instituições de ensino está baseada na reflexão de que não existe uma forma única de aprender: a aprendizagem é um processo contínuo em que todos os envolvidos, estudantes, professores, comunidade escolar, devem ser considerados como peças ativas.

Dentre essas abordagens transformadoras, encontramos a proposta STEAM, acrônimo das palavras, em inglês, *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics* que tem sua ação potencializada quando inserida em uma metodologia como a aprendizagem baseada em projetos.

A aprendizagem baseada em projetos é uma metodologia ativa que utiliza a investigação como o foco central de ensino, integrando, na maioria das vezes, dois ou mais componentes curriculares. Os projetos podem surgir de um problema ou de uma questão norteadora, proveniente de um contexto autêntico, envolvendo a investigação, o levantamento de hipóteses, o trabalho em grupo e outras competências até chegar a uma solução ou a um produto final. Nesse contexto, os estudantes devem lidar com questões interdisciplinares, tomar

---

<sup>1</sup> Doutora em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento (USP), Mestre em Educação (PUC), Bióloga (Mackenzie) e Pedagoga (USP). Co-organizadora do livro STEAM em sala de aula, publicado pela Editora Penso, em abril de 2020.

decisões e trabalhar em equipe. Pensamento crítico, criatividade, colaboração e comunicação são essenciais nesse processo.

É notável observarmos, ao analisar estudantes envolvidos com projetos que tenham a abordagem STEAM em sua concepção, que as corriqueiras atividades realizadas em um laboratório da área de Ciências da Natureza assumem outra dimensão. Uma dimensão que ressignifica as antigas experiências no modelo “receita de bolo”, em que o estudante só cumpria etapas, determinadas pelo professor, para construir seu relatório de pesquisa para etapas de experimentação que são desenhadas pelos próprios estudantes, em busca de recursos para buscar soluções de um problema real, que tem significado e impacto social, ambiental, ético, filosófico.

Nesse movimento de buscar possíveis soluções para seus problemas de pesquisa, ou questões norteadoras, como denominamos na Aprendizagem Baseada em Projetos, os estudantes desenvolvem, além de habilidades das áreas de conhecimento envolvidas no STEAM, competências socioemocionais, aprendendo como lidar com as frustrações do percurso, nomeando-as e identificando sua relevância para o processo; o pensamento crítico, fazendo escolhas ponderadas desde a elaboração de seu problema de pesquisa até o andamento de todo o processo; a criatividade, quando em busca de soluções que inovem e, ao mesmo tempo, possibilitem uma reflexão qualificada sobre sua pesquisa; a colaboração, enfatizada nas estratégias que o grupo precisa desenvolver para aprender a trabalhar em grupo apoiando-se na diversidade; a comunicação, ao organizar formas de gestão interna das resoluções do grupo e apresentação para a comunidade escolar dos resultados alcançados.

Cabe ressaltar que a apresentação dos pôsteres dos estudantes no Festival STEAM e, posteriormente, a comunicação oral das pesquisas apresentadas no Seminário Científico, demonstram a possibilidade de desenvolvimento de competências socioemocionais e cognitivas de forma qualificada, além da alta dose de evidente resiliência para a manutenção das pesquisas e dos processos de orientação (tão bem conduzidos pelos orientadores) mesmo em situações adversas como as que vivemos hoje. Assim, podemos concluir que a abordagem STEAM potencializa muito mais do que as habilidades comumente desenvolvidas na escola, mas aquelas que o estudante necessita para viver em sociedade.

## **Entrevista com a Diretora Pedagógica Mayra Ivanoff Lora**

### **“O olhar atento sobre a produção científica no Colégio Bandeirantes”**



Graduada em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com mestrado e doutorado em Estatística pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, Mayra foi coordenadora da Graduação em Economia da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, onde implementou o PBL (Problem Based Learning). Atualmente, é Diretora Pedagógica do Colégio Bandeirantes.

#### **Qual a importância da formação acadêmica para você?**

Eu sou muito suspeita para responder isso... sempre gostei muito de estudar, fiz faculdade, mestrado, doutorado... Acredito que a formação acadêmica vai muito além de conteúdo formal; ela traz maturidade ao longo dos anos, ela consolida ou cria novas características nas pessoas. Hoje em dia existe uma infinidade de cursos que as pessoas seguem fazendo ao longo de suas carreiras profissionais, ou mesmo por interesses pessoais. Mas eu acredito que a formação acadêmica ainda é a base para as escolhas que vamos fazendo e reinventando ao longo da vida.

**O STEAM do 2o ano tem como objetivo principal proporcionar aos alunos uma vivência de Iniciação Científica. Na sua época de Ensino Médio, você passou por esta experiência? O que você pensa sobre viver uma experiência como esta ainda na Educação Básica?**

Quando fiz o 2º colegial não tinha STEAM, nem Iniciação Científica. Ter vivido uma experiência como esta, sem dúvida, teria me ajudado muito. Não só porque segui uma carreira voltada para Educação e Acadêmica, mas também tenho certeza de que para qualquer área... a Iniciação Científica é o primeiro contato com o Método Científico, que é uma das maneiras de estruturar a execução de projetos de qualquer área, desde a definição e delimitação do tema, que, na minha opinião, é a parte mais difícil para qualquer projeto.

**Como o trabalho por projetos em um processo de Iniciação Científica orientado pela abordagem STEAM contribui para a formação de estudantes do Ensino Médio?**

Trabalhar por projetos é a maneira mais direta de os alunos fazerem, por conta própria, a ligação entre as diferentes disciplinas curriculares. Mostra o quanto é necessário esse conhecimento múltiplo para resolver um problema, um projeto.

**Como a realização de projetos orientados pelo STEAM aproximam as Ciências da realidade?**

Na minha opinião, a maior contribuição do STEAM para essa aproximação é mostrar que realizar um projeto, que passa por pesquisa científica (de qualquer área), dá trabalho. O resultado não vai ser perfeito de primeira... vai envolver tentativas, protótipos, aceitar limitações das mais diversas ordens. Mostra que “ciências na vida real” não é a realização de um roteiro num ambiente de laboratório controlado.

**Uma disciplina orientada pela abordagem STEAM e que é organizada pelo trabalho por projetos trabalha com conteúdos de forma diferente das disciplinas tradicionais. Você acredita que os conteúdos trabalhados no STEAM contribuem para o sucesso nos vestibulares? Como isso ocorre?**

Sem dúvida! Não só pelo que coloquei anteriormente (por exemplo, diretamente ligada a fazer uma redação dissertativa numa prova do vestibular),

mas também se considerarmos que muitos processos seletivos estão mudando e exigindo novas habilidades.

**Vivemos um momento como este em que a Ciência está em pauta, mas nem sempre ela é discutida ou mesmo trazida à tona nas conversas e reflexões. Precisamos falar mais de Ciência?**

Sem dúvida! Falar mais, fazer mais, discutir possibilidades de carreiras científicas e integração com as mais diferentes áreas do conhecimento.

**Já que é preciso falar mais de Ciência, divulgar seus resultados, limites e possibilidades, qual é, para você, a importância do Festival STEAM?**

Pensando que o objetivo principal do 2º ano do Ensino Médio, no STEAM é a Iniciação Científica, não teria como fechar essa proposta sem o Festival. É a apresentação final, o momento de organizar o trabalho todo e colocar de uma maneira interessante para os outros verem e avaliarem.

**Como um desdobramento do Festival STEAM, o que você pensa sobre o Seminário Científico do Colégio Bandeirantes?**

Eu acredito que seja um momento de celebração e comemoração. Mesmo sem “valer nota”, é um sucesso! Ter avaliadores externos, de universidades, questionando os alunos, e ver os alunos respondendo com segurança e entusiasmo pelo projeto que fizeram, mostra o quanto essa proposta é importante.

**Com esses eventos científicos, abrimos as portas do Band para a comunidade e trazemos a universidade para dialogar com o Ensino Médio. O que você pensa sobre a aproximação do Band com as universidades?**

Muito importante e muito promissora. A universidade forma professores, a universidade recebe nossos alunos. Faz todo sentido aproximar essas duas etapas do ensino.

Alinha expectativas, e mostra o quanto o Band sempre foi alinhado com essa "etapa seguinte". O Band começou com professores da Mauá, que por muito tempo deram aula nas duas instituições.

Antes de eu vir trabalhar aqui, eu dava aula da FGV, e fui algumas vezes convidada para ser avaliadora dos trabalhos da Feira de Ciências; eu e outros professores de outras escolas de ensino superior.

Fora que essa aproximação faz com que os alunos possam conhecer as universidades muito melhor!

**Em 2020 lançamos a 1ª edição da revista do STEAM com todos os artigos apresentados no Festival STEAM. Como você percebe o papel desta revista para a disciplina?**

Sem dúvida consolidar, e mostrar a importância e relevância dos projetos. Além disso, fecha um ciclo da pesquisa científica com a divulgação dos artigos e, por outro lado, abre novamente esse ciclo, já que a revista pode ser referência de consulta para os projetos dos próximos anos.

## Volume 3 – Energia, Comunicação e Infraestrutura

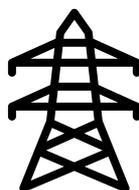
### Sumário

ENERGIA.....	787
A5 - Uma Proposta De Construção De Filtro Caseiro Para Aproveitamento De Água. ....	788
A8 - Estudo Sobre Resfriamento Da Água, Utilizando Um Filtro Caseiro.....	795
B1 - Motores A Combustão: Um Estudo Para Otimização Do Uso De Combustíveis Fósseis .....	808
B3 - Estudo Sobre A Eficiência E Uso Da Energia Solar No Cotidiano Escolar .....	816
C3 - Obtenção De Energia Eólica Para Todos .....	827
C6 - DESIGN EXPERIMENTAL PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA PLACA SOLAR POR MEIO DE ESPELHOS.....	835
D1 - TRATAMENTO DA ÁGUA SALMOURA E SALOBRA DE MARTE .....	847
G3 - Otimização De Motores De Combustão Interna Para Redução De Consumo De Combustíveis Fósseis.....	854
H7 - Energia Solar Nos Bunkers Sustentáveis .....	870
I5 - Eficiência Da Energia Solar Em Marte .....	877
K2 Produção De Biocombustível A Partir Da Queima De Matéria Orgânica Descartada .....	890
K8 - A Geração De Energia Elétrica A Partir Das Ondas Do Oceano.....	906
COMUNICAÇÃO .....	916
G7 - O Futuro Das Comunicações: Do Arduino Para Marte .....	917
INFRAESTRUTURA .....	925
C7 - Explorações Do Carbono E Suas Diferentes Formas .....	926
D5 - Teto Verde Com Sua Melhora Na Qualidade De Vida .....	932
D8 - Dessalinização Da Água; Solução Para A Seca No Nordeste Brasileiro.....	937
E4 - CRESCIMENTO DE PLANTAS A PARTIR DE LUZES ARTIFICIAIS EM ESTUFAS SUBTERRÂNEAS .	942
E6 - Construção De Um Protótipo Experimental De Dessalinização Da Água.....	957
E7 - Aid-Bus: Uma Proposta De Assistência Básica Móvel Sob Perspectiva Sustentável .....	966
G5 - Plantas No Meio Urbano .....	976
H4 - Efeito POCO Em Naves Espaciais: Uma Tentativa De Visualização.....	987
I4 - Exploração Do Minério De Ferro Em Marte.....	994
I7 - Possibilidade De Habitação E Plantação Em Marte .....	1004
I10 - Avoidance: Protótipo De Robô Autônomo Explorador De Terrenos .....	1018
J3 - Possíveis Materiais Isolantes Para Traje Espacial Em Marte .....	1031



J6 - Engenharia Civil Em Marte .....	1039
L1 - RETIRADA DE CO2 DA ÁGUA ATRAVÉS DE MICRORGANISMOS FOTOSSINTETIZANTES.....	1048
L4 - ESTUDO SOBRE PERFORMANCES DAS RODAS DE CARRINHOS.....	1059
L6 - PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DA ELETRÓLISE .....	1067
L7 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DE TECIDOS PARA USO EM MARTE.....	1094
L8 - Construção Em Marte: Teste De Resistência Térmica Em Material De Gesso. ....	1102

## 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!

---

## A5 - UMA PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE FILTRO CASEIRO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA.

Antônio Thomson; Caio Vital; Téo Loyelo; Victor Aranha;  
Professora Orientadora: Fernanda Cavaliere Ribeiro Sodré

---

### Resumo

Considerando que muitas pessoas ao redor do mundo enfrentam dificuldades para obter água, fizemos uma pesquisa para facilitar a obtenção de água, principalmente nos países menos desenvolvidos. Este artigo descreverá um experimento de limpeza de água, com uma abordagem fácil e simplificada. O experimento visa facilitar o processo de purificação da água para o consumo próprio e para a sustentabilidade do meio ambiente. O projeto contará com o passo a passo do processo de montagem do filtro e das fases químicas, que foram otimizadas considerando o orçamento e com base nos métodos da SABESP. Com base nos resultados, chegamos a um filtro ideal que pode ser usado para limpar a água com recursos simples para que a água possa ser reutilizada para vários fins.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, reutilização, sistema, experimento.

---

### Abstract

Considering that many people around the globe face hardships when obtaining water, we did a research in order to ease the water obtaining, especially in least developed countries. This article will describe a water-cleaning experiment, with an easy and simplified approach. The experiment aims at easing up the water cleansing process, for self-consumption and sustainability of the environment. It will feature the step by step process of assemblment of the filter and chemical phases, that were optimized considering the budget and based on SABESP's methods. Based on the results, we came to an optimal filter that can be used in order to clean the water with simple resources so the water could be reutilized for multiple purposes.

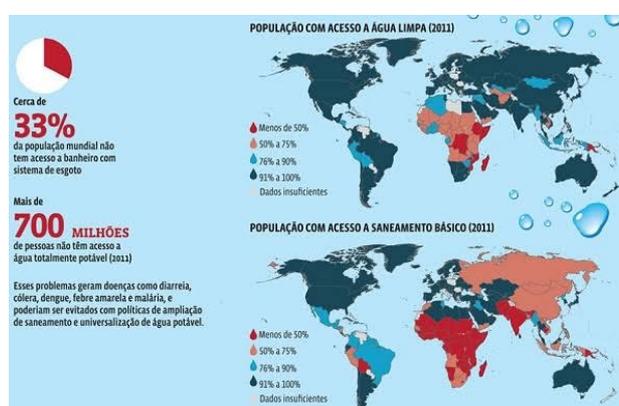
**KEY-WORDS:** Water, reuse, system, experiment.

---

## Introdução

Este artigo irá relatar um experimento e conclusões simplificadas sobre limpeza de água. A experiência tem como objetivo facilitar a limpeza da água para consumo próprio e devolução à natureza, com orientações de como montar o filtro e as etapas químicas.

Muitas pessoas ao redor do globo têm dificuldades na obtenção de água para consumo. Em países menos desenvolvidos, a água limpa é, muitas vezes, um privilégio que poucas pessoas podem usufruir, e com a crise do coronavírus, aumento da emissão de gases poluentes e intensificação das desigualdades sociais, esse acesso pode ser ainda mais difícil.



Cerca de 70% do planeta terra está coberto por água. A água é um bem essencial para os organismos e ecossistemas. Para sobreviver, plantas, vegetais e animais humanos e não humanos necessitam de seu uso.

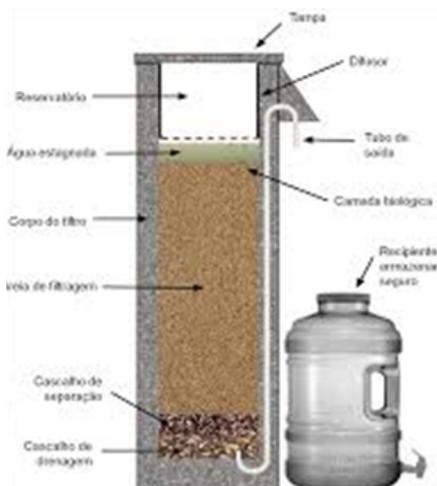
Além da ingestão para a sobrevivência, em especial, o ser humano, também a utiliza em vários outros contextos da vida, seja para lavar roupas, utensílios, seja para a alimentação e medicina. Por esse motivo, destaca-se a importância da qualidade da água utilizada e sua preservação.

A ingestão de água sem filtração ou qualquer tipo de tratamento é comum em diversas regiões do Brasil, onde pode verificar a existência de uma grande quantidade de pessoas com verminoses e diarreia, anemia, além de riscos de contaminação por água inadequada ao consumo, pela presença de micróbios nocivos ao homem (SANTOS, 2014).

A fim de contribuir para melhorar o problema da má qualidade da água, este projeto tem como intuito a construção de um filtro de água caseiro, de baixo custo e

de fácil confecção, sendo possível, portanto, que seja reproduzido por uma larga faixa da sociedade.

Além dos problemas de distribuição, a falta de sistemas de limpeza é uma causa para tudo isso. Após pesquisas e, baseando-se nos métodos da Sabesp, foi descoberto um método viável para tratamento dessa água. São necessários processos como a coagulação, floculação, decantamento e filtração. Outros tipos de filtros que podem ser utilizados e possuem alta eficiência são: filtros de areia e filtros domésticos.



Filtros de areia, em geral, são utilizados quando presentes altas vazões e remoção de sedimentos e partículas de 25 micrômetros ou maiores. Filtros de areia multicamada removem turbidez, areia e outros detritos da água, melhorando a cor e o sabor.

É importante destacar que, espera-se que a água inicialmente suja se torne limpa após passar pelas camadas do filtro. Contudo, destacamos que a mesma não estará adequada para consumo, visto que apenas as partículas maiores devem ser filtradas, podendo haver microrganismos ou substâncias nocivas ao homem. Para que essa água possa ser ingerida, ela deve ser fervida e adicionada a ela uma pequena porção de hipoclorito de sódio.

## Objetivos

### Objetivo Geral

Encontrar meios de reutilizar água suja / contaminada (proveniente da chuva, de esgotos, entre outros) para consumo e viabilizar os procedimentos para que a água seja limpa e distribuída para consumo.

### **Objetivos Específicos**

- Estabelecer os meios e lugares de onde a água será obtida
- Projetar o caminho que a água percorrerá
- Planejar e montar um filtro eficiente para limpar a água e torná-la potável
- Verificar se a água filtrada está adequada ao consumo
- Determinar uma maneira eficiente de distribuir a água para os consumidores

### **Materiais e Método**

Os materiais utilizados no projeto incluirão:

- Quatro potes de vidro de um litro para recipiente.\*
- Medidor de pH. \*
- Medidor de corrente elétrica.\*
- Béqueres para realizar testes sobre composição química.\*
- Quatro filtros para realizar a filtração.\*
- Sulfato de Alumínio\*
- Cloro\*
- Areia, Carvão e Cascalho.
- Papel ou rede para filtração.

\*Devido à pandemia do coronavírus, materiais marcados com \* não foram utilizados ou foram utilizados em menores quantidades.

Para realização do experimento, a água contaminada será levada do reservatório ao filtro previamente montado, onde passará por diversas etapas de purificação.

Na primeira etapa, o sulfato de alumínio será adicionado realizando o papel do coagulante.

A água passará por redes ou panos para que as maiores partículas sejam retidas, e, no próximo tanque, será adicionado o cloro, que funciona como bactericida.

Em seguida a água é levada ao recipiente de decantação, onde fica estacionada por um momento para que a sujeira se decante ao fundo do recipiente

Após esse processo a água é dirigida ao filtro, composto por carvão, areia e cascalho, onde será purificada pela última vez e então será submetida a processos como medidores de pH e medidores de corrente elétrica para que possa ser avaliada como potável, e, para isso, deve apresentar pH próximo de 7 e condutividade próxima de 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Para realizar o experimento, serão adotadas constantes e níveis para que se obtenham resultados mais precisos. As constantes seriam o volume dos recipientes e de água e a qualidade dos materiais e recursos utilizados, além da qualidade da água que será utilizada no experimento.

Os níveis utilizados seriam diferentes ordens de filtração, trocando os materiais, a ordem e a disposição deles no processo de filtração para analisar qual ordem e disposição é mais eficiente.

A variável independente do experimento é o tipo de processo utilizado para a filtração e limpeza da água. Já a variável dependente é a potabilidade da água, medida pelo pH.

## Resultados e Discussão



Aqui é possível observar a montagem do experimento.



Nessas últimas fotos podemos ver o resultado e a diferença da água do início e do final.

## Conclusão

A partir dos experimentos realizados, foi possível concluir que a diferença da qualidade da água depois do experimento é marcante, e ficou comprovado a eficiência desse tipo de filtro. Apesar de não ser muito prático, o uso é seguro para quando for preciso limpar água com impurezas.

## Referências Bibliográficas

ABREU, N. Água potável para todos? Inovações podem ser a solução! 07/03/2017. Disponível em: <http://autossustentavel.com/2017/03/agua-potavel-para-todos-inovacoes-podem-ser-a-solucao.html>

LIVINGSTON, D. Water treatment work models success for expensive sewer project. Akron Beacon Journal, 2019. Disponível

em: [http://web.b.ebscohost.com/src\\_ic/command/detail?vid=20&sid=70aad9c0-33f3-4b62-8b2d-](http://web.b.ebscohost.com/src_ic/command/detail?vid=20&sid=70aad9c0-33f3-4b62-8b2d-7689607c5ccf%40sessionmgr101&bdata=#AN=2W61978565412&db=nfh)

[7689607c5ccf%40sessionmgr101&bdata=#AN=2W61978565412&db=nfh](http://web.b.ebscohost.com/src_ic/command/detail?vid=20&sid=70aad9c0-33f3-4b62-8b2d-7689607c5ccf%40sessionmgr101&bdata=#AN=2W61978565412&db=nfh) Acesso em 20/03/2020.

VOROS, Nikolaus. Short-cut design of small hydroelectric plants. Science Direct, Abril, 2000. Volume 19, edição 4. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096014819900083X#!> Acesso em 20/03/2020.

---

## **A8 - ESTUDO SOBRE RESFRIAMENTO DA ÁGUA, UTILIZANDO UM FILTRO CASEIRO**

Eduardo Piquera dos Santos, Fernando Young Jae Kim e Gabriel Gomes Rodrigues

Orientadoras: Fernanda Cavaliere Ribeiro Sodré

---

### **Resumo**

De acordo com o Instituto de Energia e Meio Ambiente, as águas de resfriamento, usadas em termelétricas, são descartadas à natureza 8°C a 17°C a mais do que foram retiradas. Esse problema tem sido um sério inconveniente para a fauna e a flora local. Contudo, o presente trabalho se preocupou em analisar a viabilidade de utilizar um sistema acessível à população: um filtro elétrico, porém em grande escala, para amenizar os estragos causados pelas águas de resfriamento. O experimento realizado neste estudo consiste em resfriar, de duas maneiras diferentes – porém com o mesmo aparelho refrigerador -, água a 53,2°C durante um determinado intervalo de tempo e medir as novas temperaturas obtidas para então saber se será seguro devolvê-la ao ambiente de onde foi retirada, e também escolher qual dos métodos terá um gasto menor de energia elétrica, levando em consideração o tempo em que o aparelho ficaria ligado. Esse experimento levantou possibilidades futuras para novas pesquisas direcionadas a usinas termelétricas, em prol da natureza e dos baixos custos financeiros, assim agindo de forma sustentável e positiva.

---

### **Abstract**

According to the Institute for Energy and Environment, cooling water used in thermoelectric plants is discarded from nature at 8°C to 17°C more than it was removed. This problem has been a serious inconvenience to local flora and fauna. However, this work has been concerned with analyzing the feasibility of using a system accessible to the population: an electrical filter, but on a large scale, to alleviate the damage caused by cooling water. The experiment made in this study was based on

cooling, in two different ways – nevertheless with the same cooling gadget -, water at 53,2°C during a certain period of time and with that measure the new temperatures obtained so that we can tell whether it is safe or not to return it to the environment from where it was taken, and also choose between which method of cooling consumes less energy, regarding the time the device would stay on. This experiment brought us several possibilities for future research regarding thermal power plants and their water issues, on behalf of nature and low financial costs, therefore acting in a more sustainable and positive way.

## Introdução

Devido ao súbito crescimento demográfico que têm-se observado que o consumo de recursos e energia tem aumentado cada vez mais. De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2003, do ano de 1987 a 2001, no setor industrial houve um aumento de mais de 60% no consumo de eletricidade e no residencial houve um aumento de aproximadamente 33,3%. A causa desse aumento é o avanço tecnológico dos eletrodomésticos residenciais e máquinas industriais, melhoraram e/ou adicionaram funções. Devido a esse aumento significativo, o ser humano frequentemente procura meios de transformar quaisquer energia em energia elétrica.

CONSUMO DE ELETRICIDADE - GWh

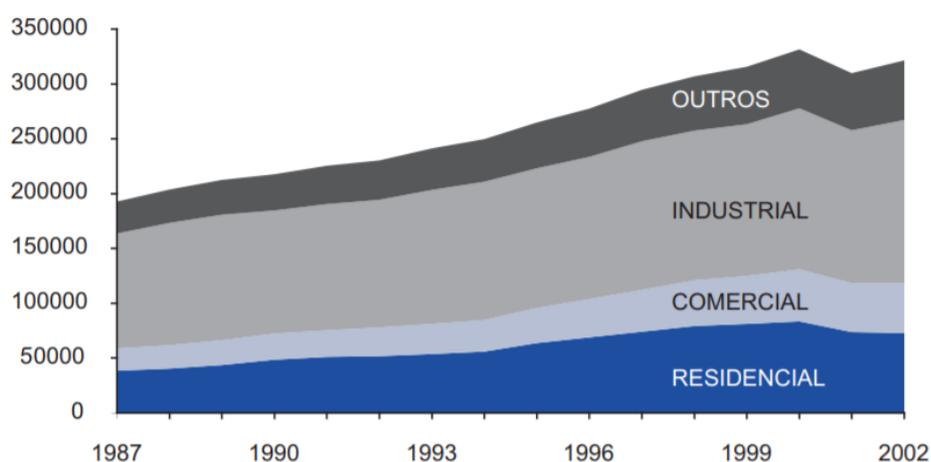


Imagem I. Gráfico do consumo de eletricidade, em GWh, ao longo dos anos de 1987 a 2002

Dentre as usinas que geram energia elétrica, pode-se dividir em as que usam fontes retornáveis ou fontes não retornáveis. De acordo com o Balanço Energético Nacional, em 2017, no Brasil, encontrava-se 19,7% das fontes energéticas em fontes não retornáveis, como carvão, petróleo, gás natural e minérios nucleares. No mesmo relatório, também foi informado que o uso da biomassa na geração de energia elétrica correspondia 8,2%. Importante notar que a biomassa, apesar de ser considerada fonte retornável, ela passa pelo mesmo processo que o carvão, petróleo e o gás natural: a combustão. O alto índice de uso de fontes não renováveis e/ou poluentes se deve ao fato do elevado custo de instalação das usinas que utilizam fontes renováveis, como a água e a luz solar.

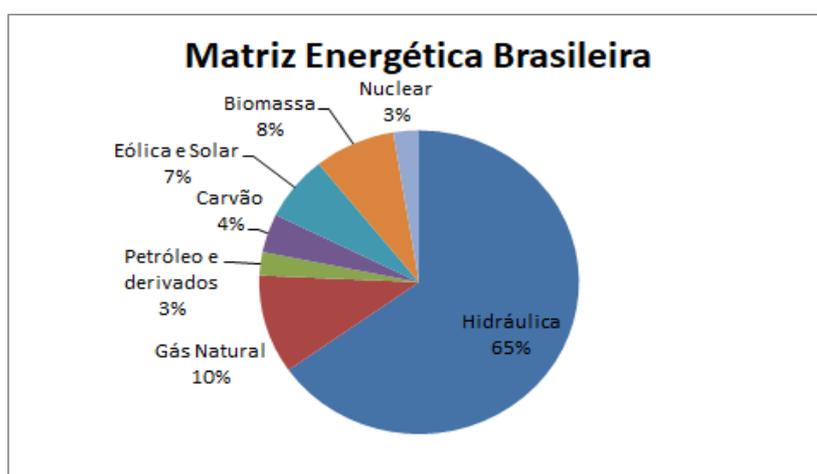


Imagem II. Gráfico de Matriz Energética Brasileira de 2017

No Balanço Energético Nacional de 2020, foi dado às variações das porcentagens das ofertas das fontes energéticas durante o período de 2010 a 2019. É perceptível que não houve uma diminuição na participação de geração de energia elétrica dos recursos não retornáveis e/ou ligados à combustão. O mais impressionante é a redução das porcentagens da fonte energética hidráulica no período de 2011~2014, marcado pela queda de oferta hídrica em quase todo Brasil. É possível estimar que o uso de fontes energéticas não renováveis e/ou ligadas à combustão ainda serão realidade no nosso país nos próximos anos. Porém, ao longo prazo, pode-se esperar um aumento significativo na parcela de atuação das fontes renováveis, como a solar e a eólica, uma vez que a partir de 2015, essas começaram

a ampliar a taxa de presença na geração de energia elétrica, apesar de hoje ela ser muito pequena.

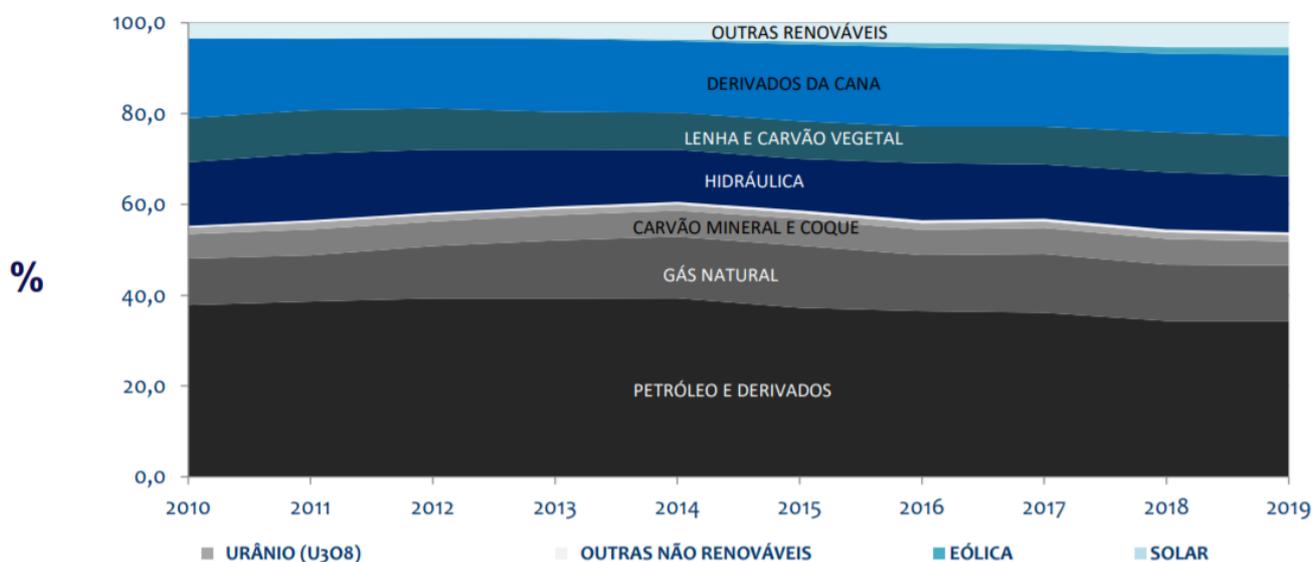


Imagem III. Gráfico de oferta interna de energia

A biomassa, o petróleo, o carvão e o gás natural são fontes energéticas não renováveis combustíveis que alimentam as usinas termoelétricas. As usinas termoelétricas funciona como um ciclo d'água. Primeiramente, são utilizados combustíveis para aquecer a água do sistema. Após a água líquida passar pelo processo de ebulição, o seu vapor é utilizado para girar hélices ligadas a um gerador. Em seguida, o vapor d'água passa por um processo de condensação. O procedimento de condensação do vapor d'água utiliza como fonte de resfriamento águas oriundas de rios, lagos e oceanos. Até que finalmente, a água volta para o seu estado de origem e retorna para o ponto de saída dessa jornada para ser reesquentada e realizar todo processo novamente.

Já o urânio é o principal elemento químico usado nas usinas nucleares. Ao ser adicionado dentro do reator, como barras de combustível, o urânio é bombardeado de nêutrons que incidem os átomos. Imediatamente, o núcleo dos átomos são divididos em dois, ocasionando em uma grande liberação de energia. A divisão do núcleo também origina mais três nêutrons, que prontamente incidem outros núcleos, e assim realizando uma reação em cadeia. O nome desse processo é fissão nuclear.

A grande quantidade de energia liberada a partir da fissão nuclear é utilizada para o aquecimento de água do sistema. A partir daí, o processo é muito parecido com os das usinas termoelétricas: a água sofre a ebulição, o vapor gira a turbina, o vapor perde energia para a água de resfriamento, se tornando água líquida novamente.

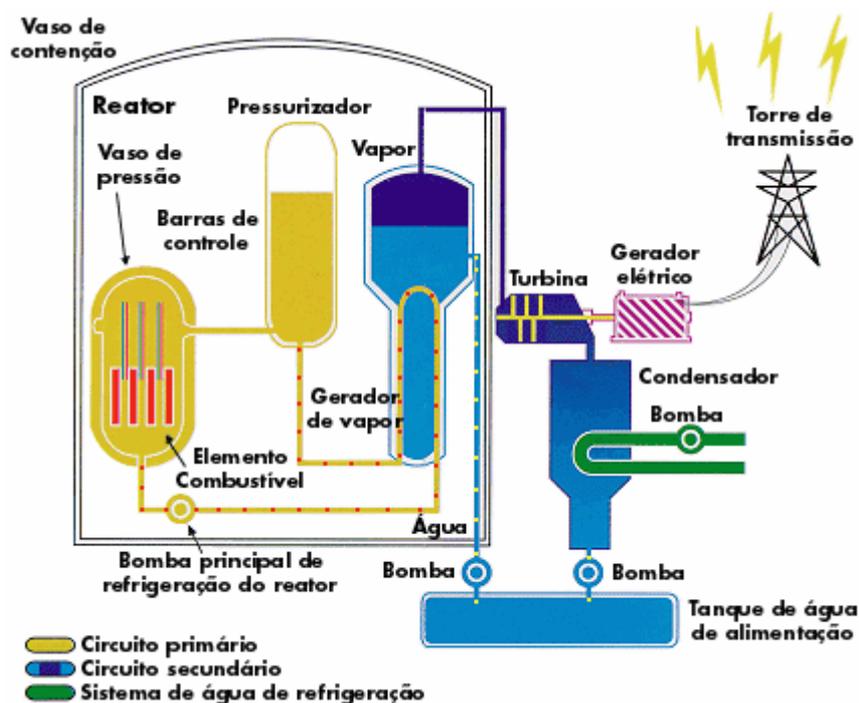


Imagem IV. Ilustração simplificada do funcionamento de uma usina nuclear

As usinas termoelétricas em geral tem muitas desvantagens, como a emissão de poluentes na atmosfera. A liberação de gases do efeito estufa, materiais particulados, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, metais pesados e entre outros poluentes na atmosfera são responsáveis pelo aumento absurdo do efeito estufa (aquecimento global), aparecimento de chuvas ácidas, aumento de problemas respiratórios e a degradação da camada de ozônio. Não se limitando a isso, a água usada no resfriamento dos sistemas das usinas termoelétricas são muito mal inseridas novamente ao meio ambiente.

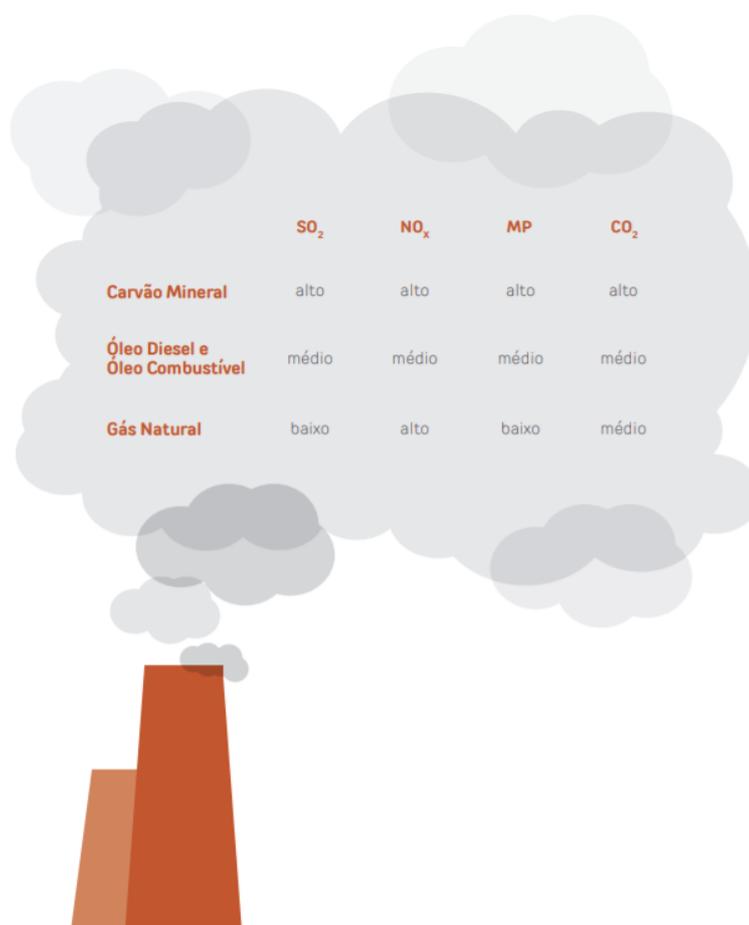


Imagem V. Infográfico sobre a relação entre os combustíveis de usinas termoeletricas e os poluentes atmosféricos.

As usinas nucleares também apresentam sérios lados negativos na sua produção de energia. Apesar de serem bem “seguras” e eficientes, as usinas nucleares podem causar desastres que podem aniquilar a vida em questão de horas na região durante gerações, como foi noticiado em Chernobyl, em 1986, e em Fukushima, em 2011. Além disso, a questão do lixo nuclear radioativo se tornou um sério problema, principalmente após o episódio do césio-137 em Goiânia, pois o seu descarte se tornou um sério problema.

De acordo com o Instituto de Energia e Meio Ambiente, as águas de resfriamento de usinas termoeletricas são devolvidas aos rios, lagos e oceanos 8°C a 17°C mais alto do que foram captadas. A incorporação de águas com temperaturas elevadas podem comprometer muito com a fauna e a flora aquática e os dependentes desses. O aumento da temperatura de sistemas biológicos poderiam aumentar o metabolismo de muitos seres vivos e reduzir o oxigênio dissolvido, podendo acarretar

no aumento de alguns indivíduos por curto e médio prazo, a extinção da grande maioria dos seres em curto, médio e longo prazo. E esse problema também pode ser articulado com as usinas nucleares.

## Objetivo geral

- Simular um resfriador de resfriamento de águas de resfriamento

## Objetivos Específicos

- Medir o tempo que se demora para chegar à temperatura desejada
- Medir quanto de energia se usa para chegar à temperatura desejada

## Experimento

### Materiais

- Caderno de anotações
- Caneta
- Jarro de água
- Bule
- Termômetro
- Dispenser de água elétrico

1° Passo: Primeiro a água foi esquentada até uma temperatura de  $53,2^{\circ}\text{C}$  para então iniciar o processo de resfriamento.

2° Passo: Esperamos, após esquentar a água, até que a mesma chegasse a uma temperatura de  $36^{\circ}\text{C}$  (temperatura na qual a água sai em usinas termelétricas).



3° Passo: Foi adicionada a água a 36°C no filtro e logo após o mesmo foi ligado, esse foi o “processo 1”. A temperatura foi medida a cada 2 minutos.

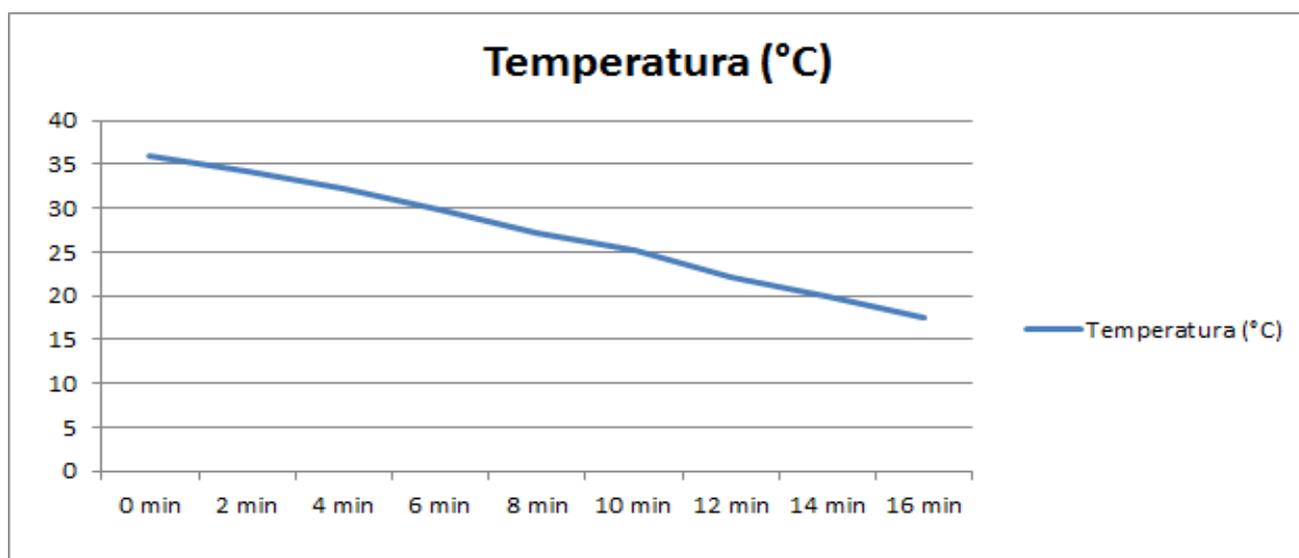
4° Passo: No “processo 2” a água foi adicionada em temperatura de 36°C ao filtro que já estava em operação a 40 minutos; em ambos os processos a temperatura foi medida em uma sequência de determinados intervalos de tempo. A temperatura foi medida a cada 1 minuto.



## Resultados e Discussão

### Processo 1 - ligamento após a inserção de água ao filtro

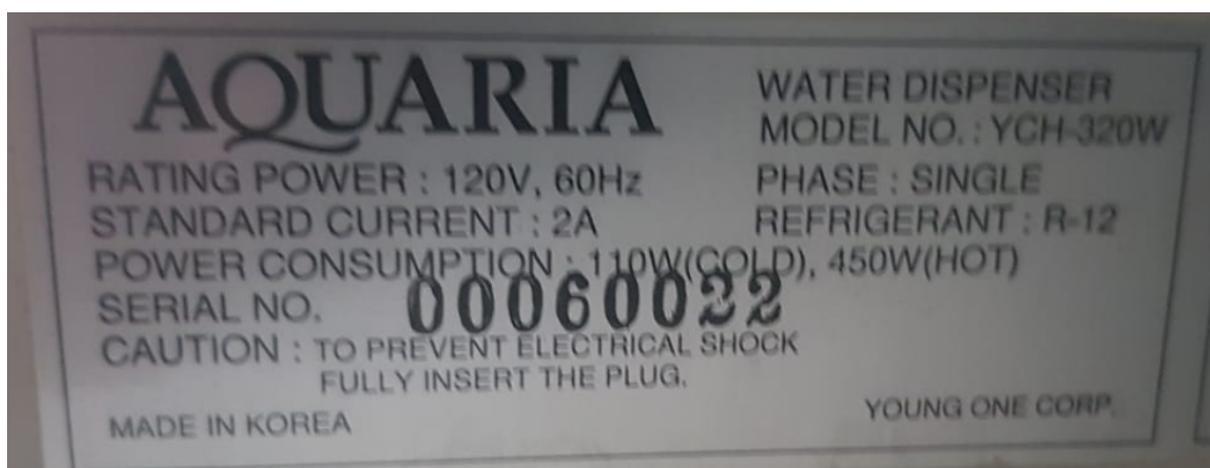
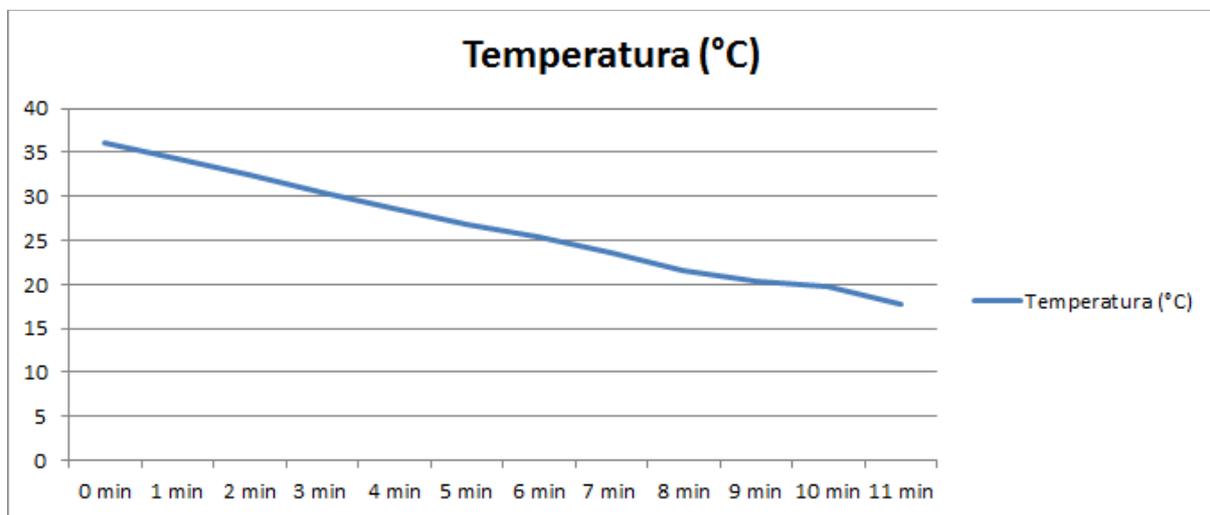
Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	36,0
2	34,2
4	32,3
6	29,8
8	27,2
10	25,1
12	22,2
14	19,9
16	17,5



### Processo 2 - ligamento 40 minutos antes da inserção de água ao filtro

Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	36
1	34,3
2	32,4
3	30,5

4	28,6
5	26,9
6	25,4
7	23,5
8	21,6
9	20,4
10	19,7
11	17,7



Para calcular quanto de energia foi consumido para resfriar 1 litro de água no dispenser de água, foi utilizado a seguinte fórmula:  $Potência = Energia / Variação\ do\ tempo$ . As unidades de medida utilizadas foram:  $Watts = Watt-hora / Hora$ .

De acordo com as informações apresentadas pelo produto, o dispenser utilizado para o experimento consome 110 Watts para resfriar a água.

Para calcular quanto o sistema gastaria em reais por litro e por mês, foi levado em consideração o preço da energia elétrica em São Paulo em 2020: 0,516 R\$ por kWh.

Processo 1:

$$\text{Pot} = E / \Delta t$$

$$110 = E / 0,267$$

$$E = 29,37 \text{ Wh} = 0,02937 \text{ kWh}$$

$$0,02937 \times 0,516 = 0,02$$

No processo um foi gasto R\$ 0,02.

Processo 2:

$$\text{Pot} = E / \Delta t$$

$$110 = E / 0,183$$

$$E = 20,13 \text{ Wh} = 0,02013 \text{ kWh}$$

$$0,02013 \times 0,516 = 0,01$$

No processo 2 foi gasto R\$ 0,01.

Para calcular quantos litros o sistema resfriaria e quanto se gastaria em reais em um mês (30 dias), foi considerado que o sistema ficaria ligado 8 horas por dia e para resfriar 1 litro de água é necessário 0,183 hora.

$$\text{Pot} = E / \Delta t$$

$$110 = E / 8$$

$$E = 880 \text{ Wh} = 0,88 \text{ kWh}$$

$$0,88 \times 30 = 26,4 \text{ kWh}$$

$$26,4 \times 0,516 = 13,62 \text{ reais}$$

$$30 \times 8 = 240 \text{ horas}$$

$$240 / 0,183 = 1311,48 \text{ minutos}$$

Na simulação, foi possível observar que foi consumido 26,4 kWh, gasto R\$13,62 e resfriado 1311,48 litros de água.

## Conclusão

É possível concluir que o uso do mesmo em larga escala para resfriar as águas de resfriamento provenientes das usinas termelétricas e nucleares é ineficiente. Isso se deve principalmente pelo fato do maquinário ser muito lento para o propósito, já que em usinas elétricas o fluxo de água descartadas é muito alto, e através do experimento realizado e pelos cálculos feitos, foi apontado que o dispositivo tem fins apenas domésticos. Apesar disso, o gasto com funcionamento do mecanismo é muito barato.

O mundo está sempre mudando e nós humanos também. Nos adaptamos a diversas situações cotidianamente, tal como a produção de energia. Ao longo de nossos estudos e experimento descobrimos uma possível forma de ajudarmos nossa Terra. Os peixes dos rios e lagos não deverão mais morrer devido a nossa necessidade de abastecimento energético. Com nosso experimento, a água devolvida aos rios, após seu uso nas usinas termelétricas, estará adequada ao seres daquele ecossistema. Sua temperatura não mais prejudicará a nossa Terra. Com esta pesquisa adequamos a eficiência de uma usina termelétrica aderido a saúde do meio ambiente. Nos adaptamos para que o mundo possa continuar mudando!

## Fonte das Imagens:

Imagem I. BALANÇO energético nacional. agg.ufba,2003.

Disponível em: <[http://www.agg.ufba.br/ben2003/BEN2003\\_port.pdf](http://www.agg.ufba.br/ben2003/BEN2003_port.pdf)>. Acesso em 31 de agosto de 2020.

Imagem II. BALANÇO Energético Nacional 2018. Empresa de Pesquisa Energética, 2018. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-397/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202018-ab%202017vf.pdf>>. Acesso em 31 de agosto de 2020.

Imagem III. BALANÇO Energético Nacional 2020. Empresa de Pesquisa Energética, 2020. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019\\_Final.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019_Final.pdf)>. Acesso em 31 de agosto de 2020.

Imagem IV. ELETROBRAS. Eletrobras Eletronuclear, 2017. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/espaco-do-conhecimento/Paginas/Energia-Nuclear.aspx>>. Acesso em 31 de agosto de 2020.

Imagem V. GERAÇÃO termelétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle. IEMA instituto de energia e meio ambiente, 2016. Disponível em: <<https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/IEMA-EMISSOES.pdf>>. Acesso em 31 de agosto de 2020.

## Referências Bibliográficas

RECUPERAÇÃO de Calor Residual de Baixa Qualidade em Usinas Termelétricas de Ciclo Combinado. [Repositório UNIFEI](#), 2016. Disponível em: <<https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/585>> Acesso em 18 de agosto de 2020.

RECUPERAÇÃO DE CALOR RESIDUAL DE BAIXA QUALIDADE EM USINAS TERMELÉTRICAS DE CICLO COMBINADO. Unifei, 2016. Disponível em: <[https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/585/dissertacao\\_izidoro\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/585/dissertacao_izidoro_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em 22 de agosto de 2020.

GERAÇÃO termelétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle. IEMA instituto de energia e meio ambiente, 2016. Disponível em: [https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/IEMA-AGUA\\_vFinal\\_1.pdf](https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/IEMA-AGUA_vFinal_1.pdf)>. Acesso em 31 de agosto de 2020.

GERAÇÃO termelétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle. IEMA instituto de energia e meio ambiente, 2016. Disponível em: <<https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/IEMA-EMISSOES.pdf>>. Acesso em 31 de agosto de 2020.

MUDANÇAS climáticas causam aquecimento das águas e ameaçam cardumes. WWF Brasil, 2005. Disponível em: <[Revista Científica STEAM 2020](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/programa_ciencias/ciencias_news/?2421#:~:text=Muitas%20esp%C3%A9cies%20j%C3%A1%20sofrem%20com,dissolvido%20afetariam%20diretamente%20os%20cardumes.>.>. Acesso em 17 de agosto de 2020.</p></div><div data-bbox=)

## **B1 - MOTORES A COMBUSTÃO: UM ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS**

Dany Sancovsky; Gustavo Higa, Lucas Lima; Lucas Risério; Matias Asquino; Ricardo Koga

Professora Orientadora: Marta Lenardon Corradi Rabello

---

### **Resumo**

O maior objetivo do projeto é trabalhar em soluções que visam reduzir o aquecimento global, procurando por alternativas mais efetivas para a construção de motores à combustão que são cruciais para o desenvolvimento de um mundo mais ecológico. Ademais, deve-se ressaltar que o aquecimento global pode causar sérios problemas, então é essencial trabalhar nele. Com isso, o projeto é focado na influência do valor de lambda na eficiência e sustentabilidade do motor. O experimento foi realizado no simulador do “Instituto Mauá de Tecnologia”, que contém o motor HONDA GX 160, e a gasolina utilizada no motor foi etanol hidratado. Foram testados 12 valores de lambda em 2 diferentes rotações de motor. Para a rotação de 1800rpm, o maior rendimento foi 27,38% com o lambda de 1,22. Enquanto isso, para rotação de 3600rpm, o maior resultado foi 29,05% com o lambda de 1. O lambda de 1,22 para a rotação de 1800rpm foi mais ecológico pois quanto maior o lambda, menor a quantidade de gasolina. Então, o motor de 1800rpm deve ser colocado com o lambda de 1,22 haja visto que é mais ecológico e reduz o aquecimento global.

**PALAVRAS-CHAVE:** Motores Renováveis, Aquecimento Global, Rendimento, Lambda, Combustível

---

### **Abstract**

The main goal of the project is to work on solutions to reduce global warming, searching for more effective alternatives to build combustion engines which are crucial to the development of a more ecological world. Also, it is important to notice that global warming can cause serious damages, so it is vital to work on it. In that, the project is focused on the influence of the lambda value in the efficiency and sustainability of the engine. The experiment was made in the simulator of “Instituto Mauá de Tecnologia”,

which contains the engine HONDA GX 160, and to fuel the engine it was used hydrous ethanol. There were tested 12 values of lambda to 2 different rotations of the engine. For the rotation of 1800rpm, the highest yield was 27,38% along with the lambda of 1,22. Whilst, for the rotation of 3600rpm, the highest result was 29,05% along with the lambda of 1. The lambda of 1,22 for the rotation of 1800 rpm was more ecological because the higher the lambda is, the lower is the amount of fuel. So, the engines of 1800 rpm should be set with lambda 1,22 since it is more ecological and reduces global warming.

**KEY-WORDS:** Renewable Engines, global warming, yield, lambda, fuel.

## Introdução

Atualmente, o aquecimento global tem sido foco de muitos avanços científicos, que visam a sua diminuição. Dentre os contribuintes para esse fenômeno ambiental estão gases, como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que são liberados na combustão de combustíveis fósseis, que movimentam motores e geradores ao redor do mundo. A busca por alternativas a esses combustíveis, até o presente momento, resultou em soluções inviáveis economicamente, ou que possuem baixo rendimento.

Por isso, trabalhar em soluções para conter o aquecimento global, procurando alternativas mais eficazes para motores à combustão, é crucial para o desenvolvimento de um mundo mais ecológico.

O motor de combustão transforma energia térmica em trabalho mecânico. Os motores a combustão interna são aqueles em que o combustível é queimado internamente. Um mecanismo constituído por pistão, biela e virabrequim é que transforma a energia térmica em energia mecânica. O movimento alternativo do pistão dentro do cilindro é transformado em movimento rotativo através da biela e do virabrequim (UFPEL- Apostila de Motores à Combustão Interna).

O motor de ciclo diesel de 4 tempos possui 4 fases (figura 1). A primeira, a admissão, onde o pistão desce, estando a válvula de admissão aberta, entrando ar, e a de escape fechada. A segunda, a compressão, onde o pistão sobe e as válvulas de admissão e de escape estão fechadas. O ar admitido na fase de admissão é comprimido até ocupar o volume da câmara de combustão. Devido à compressão, o ar se aquece. No final da compressão, o bico injetor injeta o óleo diesel no interior da

câmara de combustão, que em contato com o ar aquecido, se inflama, iniciando assim a combustão (UFPEL- Apostila de Motores à Combustão Interna).

Na terceira fase, a combustão, o pistão desce, acionado pela força de expansão dos gases queimados e as válvulas de admissão e de escape estão fechadas. A expansão é o único tempo que produz energia, sendo que os outros três tempos consomem uma parte dessa energia. Na quarta fase, o escape, o pistão sobe, estando a válvula de escape aberta e a de admissão fechada. Os gases queimados são expulsos através da passagem dada pela válvula. Em um motor de 2 tempos, a admissão e o escape ocorrem ao mesmo tempo da compressão e expansão, respectivamente (UFPEL- Apostila de Motores à Combustão Interna).

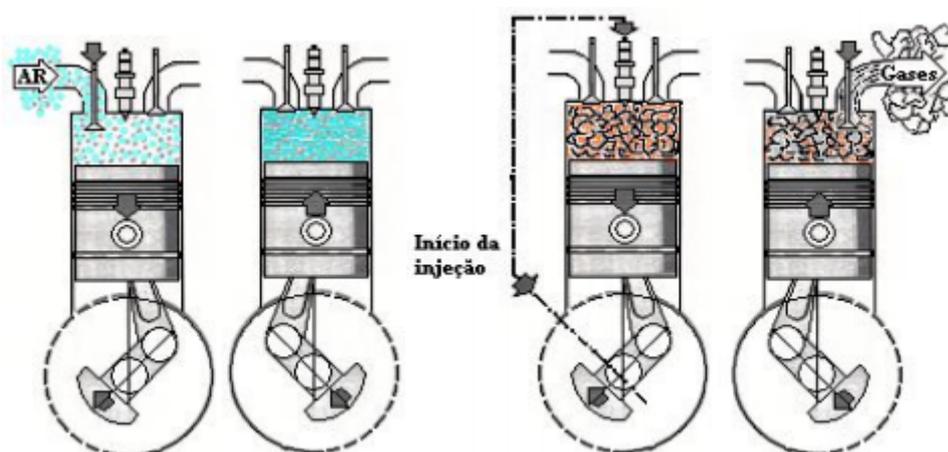


Figura 1: Funcionamento Motor à Combustão 4 tempos (UFPEL- Apostila de Motores à Combustão Interna)

O Lambda é uma medida de motores que representa a razão entre a quantidade de ar e de combustível na câmara de combustão do motor. Quando o número é maior do que 1, a mistura é pobre, devido ao excesso de ar. Quando o número é menor do que 1, a mistura é rica, já que há excesso de combustível. Em Lambdas menores do que 1, o combustível em excesso esfria a câmara de combustão, diminuindo a temperatura de escape e melhorando o rendimento do motor.

## Objetivos

Analisar o rendimento de um motor de combustão em diferentes configurações de lambda.

- Compreender o funcionamento de um motor à combustão.
- Aprender sobre a medida Lambda.
- Conhecer o sistema do simulador do Instituto Mauá.
- Testar diferentes configurações de lambda em um motor de combustão.
- Analisar o rendimento para cada Lambda.

## Materiais e Método

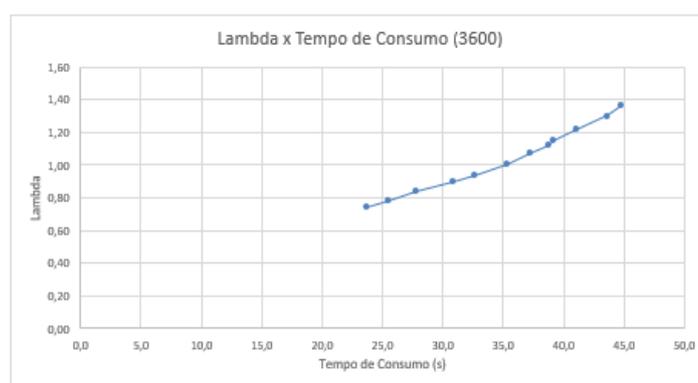
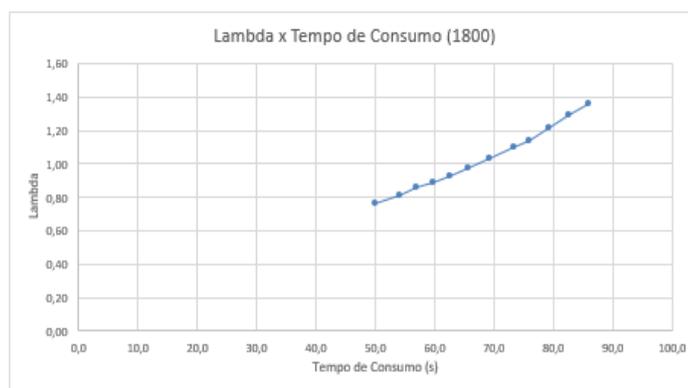
Para a confecção do experimento foram utilizados os seguintes materiais:

- Motor HONDA GX 160- injetado
- Etanol hidratado
- Dinamômetro
- Simulador Mauá

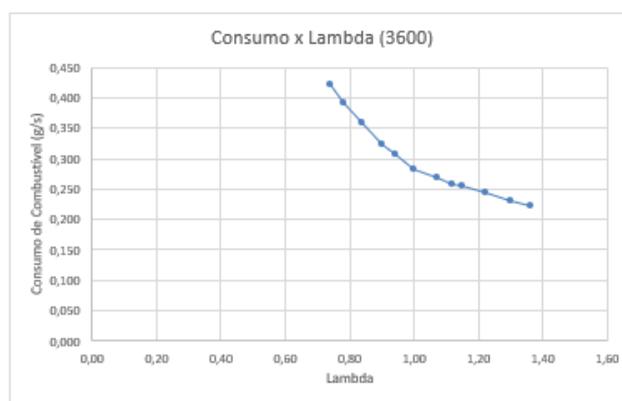
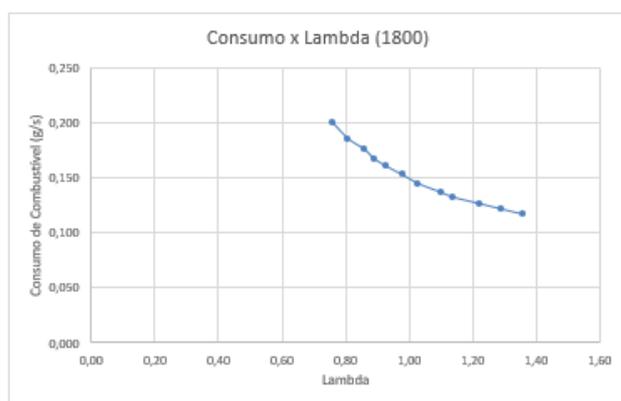
Foram testados 12 valores (aproximadamente: 0,75/0,8/0,85/0,9/0,95/1/1,05/1,1/1,15/1,2/1,25/1,30) de Lambda para 2 configurações de rotação de motor, 1800rpm e 3600rpm. Os valores de força, de tempo de consumo e de temperatura foram anotados em uma tabela.

## Resultados e Discussão

Conforme o lambda foi aumentando o tempo também aumentou como pode-se ver nos gráficos acima (Conjunto de Gráficos 1). Foram testadas as velocidades de 1800 RPM e 3600 RPM.



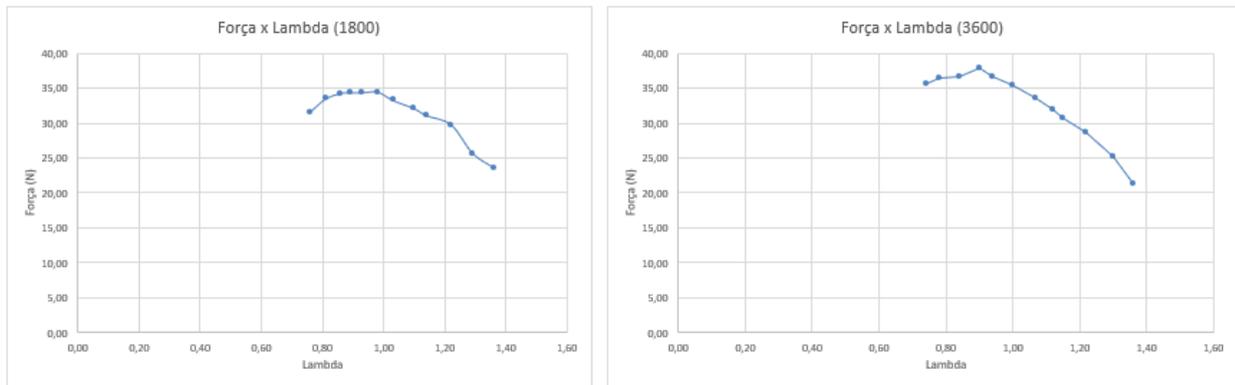
Conjunto de Gráficos 1: Lambda x Tempo de Consumo



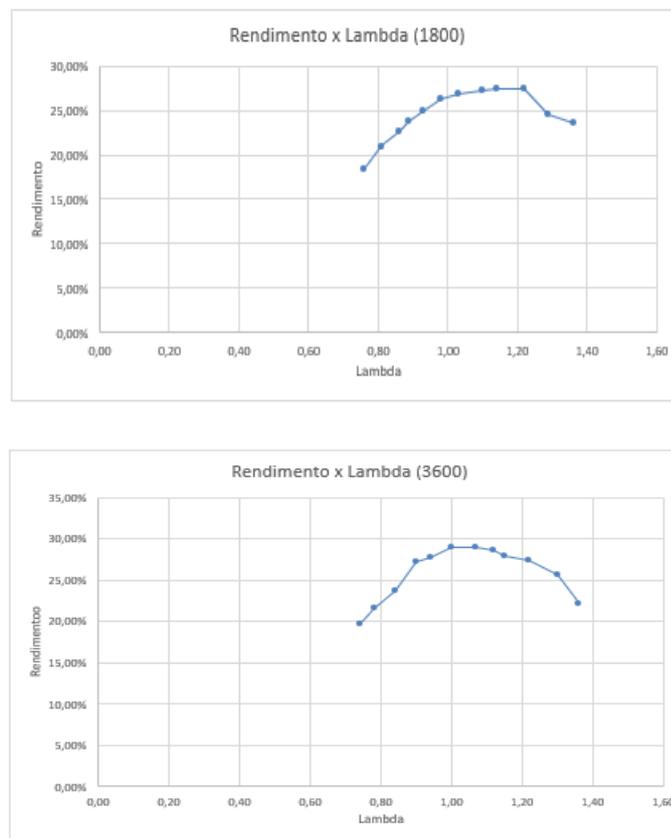
Conjunto de Gráficos 2: Consumo x Lambda

É possível constatar, a partir dos dados obtidos (conjunto de gráficos 2), que conforme se aumenta o valor do Lambda o consumo de combustível (g/s) diminui. Isso se dá porque o lambda corresponde a razão da mistura ar/combustível no motor,

então, ao aumentar o valor do Lambda há também uma redução da quantidade de combustível injetada no motor, reduzindo o consumo por segundo.



Conjunto de Gráficos 3: Força x Lambda



Conjunto de Gráficos 4: Rendimento x Lambda

Para as anotações de força, em Newtons, (conjunto de gráficos 3) foi constatado que, na média para as duas rotações (1800rpm e 3600rpm), conforme o  $\lambda$  passava de 1, a Força caía em ritmo de PA, até o valor de  $\lambda$  de 1,20, e em ritmo de PG, após esse valor. Também, constatamos que a força registrada foi maior para 1800rpm quando o valor de  $\lambda$  era 0,98 (34,5N) e para 3600rpm quando o valor de  $\lambda$  era 0,9 (37,9N)

Pode-se observar por meio do gráfico (conjunto de gráficos 4), que um  $\lambda$  menor do que 1, apresenta um rendimento crescente, já que apresenta uma mistura rica, com excesso de combustível. Por outro lado, um  $\lambda$  com valor maior do que 1, apresenta uma curva de rendimento descendente, já que indica uma mistura pobre, com excesso de ar. Os maiores rendimentos foram 27,38% para  $\lambda$  1,22 e 1800rpm, e 29,05% para  $\lambda$  1 e 3600rpm.

## Conclusão

Foi possível concluir pelo experimento que o maior rendimento em 1800rpm (27,38%), com  $\lambda$  1,22, consome menos combustível (0,126g/s) do que o maior rendimento em 3600rpm (29,05%), com  $\lambda$  1, que consome 0,283g/s, portanto, é mais ecológico. Isso ocorre, pois, quanto maior o  $\lambda$ , há mais ar e menos combustível no motor, conseqüentemente, diminuindo a emissão de gases poluentes, já que há menos produto na reação de combustão.

## Referências Bibliográficas

**Apostila de motores à combustão interna**, UFPEL, 2013. Disponível em:

<https://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2013/01/Apostila-de-Motores-a-Combust%C3%A3o-Interna.pdf>. Acesso em: 05/06/2020 e 09/06/2020

ROSA, H. A.; CHAVES, L. I.; SECCO, D.; REOLON, C.B.; WAZILEWSKI, W.T.; VELOSO, G., **Avaliação das emissões de Monóxido de carbono (CO) em um motor-gerador ciclo diesel utilizando diesel e biodiesel**, Revista Acta Iguazu, v.1, n.1, artigo 2, p. 8-14, 2012. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/7023>. Acesso em: 05/06/2020

SILVA, M. J.; SOUZA, S. N. M.; SOUZA, A. A.; MARTINS, G. I.; SECCO, D., **Motor gerador ciclo diesel sob cinco proporções de biodiesel com óleo diesel**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 3, p. 320-326, 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662012000300014&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662012000300014&script=sci_arttext). Acesso em: 05/06/2020



YOKOYAMA, E. M., **Combustíveis líquidos para motores de Stirling**, Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis, v. 7, n. 1, 2012. Disponível em: <http://seer.ucp.br/seer/index.php/REVCEC/article/view/241/151>. Acesso em: 05/06/2020

---

## **B3 - ESTUDO SOBRE A EFICIÊNCIA E USO DA ENERGIA SOLAR NO COTIDIANO ESCOLAR**

João Pedro Vivas Passos; Bernardo Bonino de Menezes; Breno Rolim de Souza; André Kenzo Kubota; Eduardo Cerâ Debelian; Matheus Augusto Santos Rego

Professora Orientadora: Marta Rabello

---

### **Resumo**

A crescente demanda por energia, em breve, estará forçando a busca de recursos energéticos alternativos, ambientalmente limpos, como a energia solar. O foco do nosso estudo foi analisar e investigar dados de um estudo da NASA, intitulado "Pense Verde - Utilizando Energia Solar Renovável" que nos permitiria descobrir qualquer potencial uso de energia solar em nossa instituição, o Colégio Bandeirantes (SP). Seguindo o estudo da NASA, conseguimos coletar dados avançados sobre energia solar recebidos por metro quadrado nas coordenadas de nossa instituição, bem como as diferenças sazonais dentro dessa estatística. Compilamos tudo isso em vários gráficos, comparando nossas coordenadas com outros lugares do mundo, como Seattle e Cidade do México. Nossa análise e conclusão também incluem o grande custo dos painéis solares que mina nossas intenções de fornecer ao Colégio Bandeirantes energia renovável limpa, no entanto, agora temos e oferecemos neste artigo uma visão muito mais ampla sobre o tema e sua aplicação no cotidiano.

---

### **Abstract**

The increasing energy demand soon is forcing to seek environmentally clean alternative energy resources, such as solar energy. The focus of our study was to analyze and investigate data from a NASA study, entitled "Think Green- Utilizing Renewable Solar Energy" which would allow us to discover any potential solar energy usage in our institution, Colégio Bandeirantes (SP). By following the NASA study, we managed to gather advanced data on solar energy received by cubic meter in the coordinates of our institution, as well as the seasonal differences within this statistic. We compiled all of this in multiple graphs, comparing our coordinates with other places in the world, such as Seattle and Mexico City. Our analysis and conclusion also include

the great cost of solar panels which undermines our intentions of providing Colégio Bandeirantes with clean renewable energy, nonetheless, we now have and offer in this article a much broader view on the topic and its application in everyday life.

---

## Introdução

### Contextualização

Atualmente é difícil ver um planeta Terra que não seja tão dependente de seus recursos naturais, países que controlam ditos recursos detém grande poder geopolítico e financeiro. O problema é que na maioria das vezes, países utilizam fontes energéticas não renováveis que causam danos ao meio ambiente, danos esses que degradam o planeta. As fontes energéticas renováveis são o futuro para a Terra, mesmo que fontes de energia mais poluentes produzam mais energia, o impacto delas significativo demais para o ecossistema, a opção da energia renovável é mais segura se pensarmos a longo prazo.



Figura 1. <https://diariodopoder.com.br/politica/aneel-distorce-o-debate-para-mudar-regras-que-podem-apagar-a-energia-solar-no-brasil> (acesso em 03/09)

Analisa-se então a energia solar, tendo como fonte energética o sol, seu potencial energético é imensamente maior se compararmos com outras fontes e é uma fonte de energia limpa para o meio ambiente, uma vez que esse tipo de gerador utiliza uma fonte de energia gratuita e eficiente, o Sol. Visa-se por meio da instalação

de painéis solares o maior aproveitamento das fontes que já existem e atinjam o melhor para a comunidade, num âmbito mundial, já que quanto mais consumidores gerarem sua energia de forma limpa, mais fácil será melhorar nossa situação. A energia solar é um assunto ainda muito novo, pouco se sabe sobre ela, porém é uma boa aposta para o futuro e diferente do que as pessoas pensam segundo (Pereira et al. 2006) o aproveitamento da energia solar é vantajoso em todo o território, mesmo nas regiões menos favorecidas pela irradiação solar. Os painéis solares apresentam um alto custo por ser uma tecnologia nova, mas apesar disso possuem muitas vantagens ao meio ambiente, e se analisado cuidadosamente configura uma boa fonte a longo prazo, pois possui uma durabilidade de em torno 25 anos e com certeza receberá um retorno monetário fácil. A energia solar não necessita de manutenção, sua instalação é fácil e não faz barulho nem polui o ambiente, uma tecnologia incrível e inovadora. Apesar de suas qualidades, acredita-se que ela só funciona ao dia, porém esse problema é facilmente resolvido com um armazenamento externo que providenciaria energia 24 horas por dia de maneira limpa e sustentável (OLIVEIRA D. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO,)

E o pensamento por trás deste artigo, como essa energia limpa poderia ser aplicada não só ao nosso cotidiano, mas ao nosso próprio colégio? Recebemos o suficiente por hora, por dia e por mês para sustentar todas as salas e instalações? Encontramos o roteiro que nos ajudaria a responder isso, mas antes precisamos entender conceitos básicos sobre a energia solar.

### **Fundamentação Teórica**

Afinal, como funciona a energia elétrica? A concepção mais comum de painéis fotovoltaicos (placas fotovoltaicas) utiliza dois tipos diferentes de silício, que serve para criar cargas positivas e negativas. Para criar uma carga negativa, o silício é combinado com boro, e para criar uma carga positiva, o silício é combinado com o fósforo. Esta combinação cria mais elétrons no silício carregado positivamente e menos elétrons no silício carregado negativamente. O silício carregado positivamente é “sanduichado” com o silício carregado negativamente, isso permite a célula de silício reagir com o sol produzindo energia elétrica.

Quando os fótons vindos do sol atingem as células fotovoltaicas da placa alguns elétrons acabam se soltando e criando a corrente elétrica e o ciclo se repete. A energia elétrica que é formada pode ser utilizada para diversas funções, pode se transformar em sonora ao energizar um rádio, magnetizar bobinas e até movimentar motores, ou seja, é uma forma de energia alternativa muito viável para diversas situações.

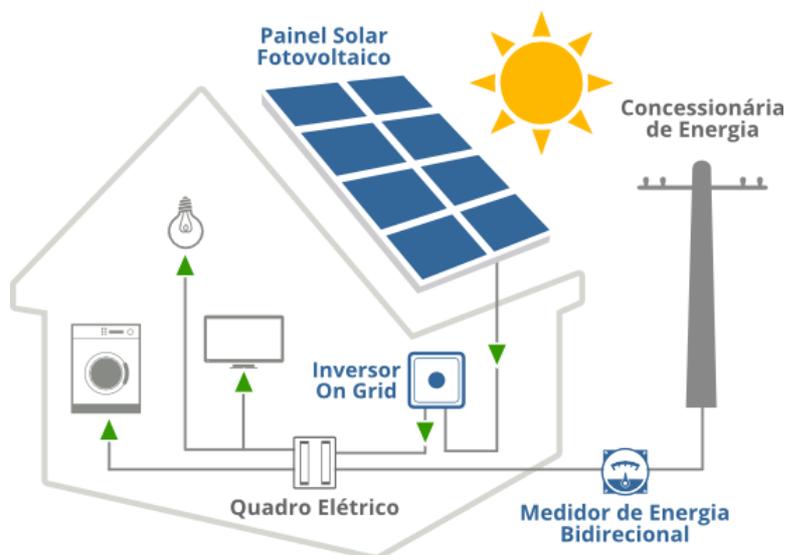


Figura2; <http://solarenergy.com.br/saiba-como-funciona-a-energia-solar/> (acesso em 03/09)

E como se mede isso? A eficiência de um painel solar é a porcentagem de energia luminosa que é transformada em elétrica por  $m^2$ . Para calcular a eficiência, é necessário testar sobre STC (standart testing conditions), o que seria a placa a temperatura de  $25^{\circ}C$ , recebendo uma irradiação de  $1000W/m^2$ , sobre uma massa de ar de 1.5. Estas condições são específicas, pois, a célula fotovoltaica, que é o que determina a efetividade da placa, perde sua potência com temperaturas muito altas; e quanto maior a massa de ar, maior o bloqueio de raios solares. Já que muitas vezes essas não são as condições reais, uma placa muito eficiente também é aquela com o coeficiente de temperatura o mais baixo possível, de  $0.35$  até  $0.47\%/^{\circ}C$ , assim será mais difícil de se perder a eficácia da placa. As placas geralmente têm uma variação de eficiência igual ou maior a  $18\%$  ou menor que  $15\%$ . (PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. – Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES. CEPEL. DTE. CRESESB. Edição Revisada e Atualizada. Rio de Janeiro, Mar. 2014.)

Conhecendo agora o efeito fotovoltaico e como se mede sua eficiência, essa energia ainda pode vir de algumas formas. De acordo com o site Neosolar “A energia solar é abundante e pode ser utilizada de diversas maneiras. A forma mais simples de aproveitar essa energia é através de soluções de arquitetura que privilegiem a iluminação solar ou o controle natural da temperatura. Há também a possibilidade de se utilizar de sistemas de captação da energia solar para depois utilizá-la. Hoje existem três tipos principais sistema de energia solar: Sistema Solar Térmico, Sistema Solar Fotovoltaico e Sistema Termossolar.” (NEOSOLAR – Risen Solar Technology. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/neosolar-energia/fornecedores/risen-solar>. Acesso em: 02 de setembro de 2020)

A energia solar térmica por outro lado não produz nenhum tipo de eletricidade, no lugar, é usado o calor do sol diretamente para aquecer outro meio, geralmente um líquido como a água. Esses sistemas solares térmicos usam coletores (também conhecidos como placas) ou tubos a vácuo para captar o calor do sol e transferir o calor para um líquido.

## Objetivos

### Objetivo geral

Reconhecer os benefícios e vantagens da energia solar para a comunidade e meio ambiente, além de trazer esse conhecimento para fundamentar o uso de energia solar na nossa escola.

### Objetivos específicos

- Analisar a quantidade de energia solar necessária para uma escola.
- Comparar a quantidade de energia produzida durante um certo período em certas coordenadas (nesse caso, as coordenadas da nossa escola.)
- Descobrir se essa produção seria suficiente para nosso colégio, levando em consideração a produção total.
- Comparar esses dados com outras latitudes e longitudes pelo mundo, analisando a produção de energia por mês.

## Materiais

Computador com Excel para formatação das tabelas e análise dos gráficos.

## Método

Começando pela metodologia do trabalho estatístico, tudo foi feito de acordo com o roteiro **Think Green - Utilizing Renewable Solar Energy** disponibilizado pela NASA para estudantes. Começamos o roteiro descobrindo as coordenadas de nossa instituição de ensino, o Colégio Bandeirantes, sendo essas; Latitude  $-23.5777$  e Longitude  $-46.6437$ , e com essas coordenadas em mão poderíamos começar a experimentar com os simuladores de luz fornecidos.



Figura 3; Screenshot ilustrando o navegador utilizado para se descobrir as coordenadas do colégio, foi necessário busca manual para se encontrar precisamente o colégio.

Inserimos então as coordenadas em outro simulador da NASA, ajustamos o período desejado, escolhemos o tipo de medida energética e conseguimos um gráfico da produção de energia solar mensalmente do período 2018-2019.

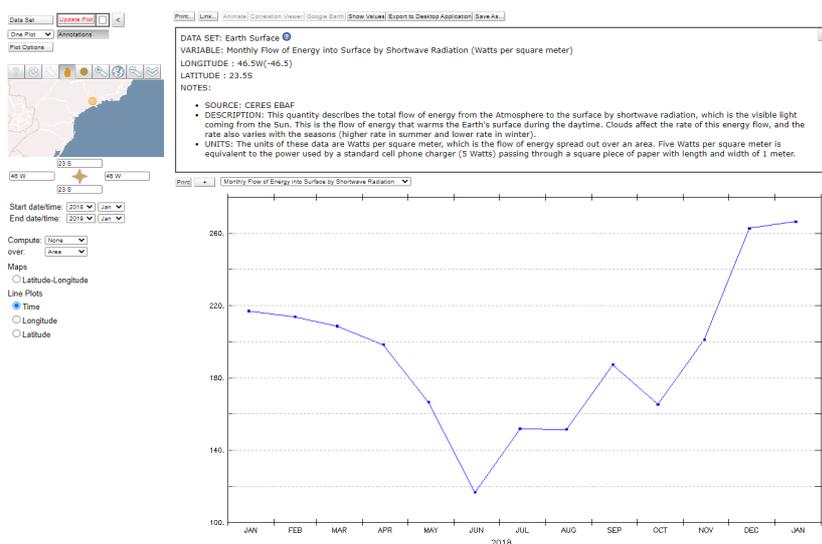


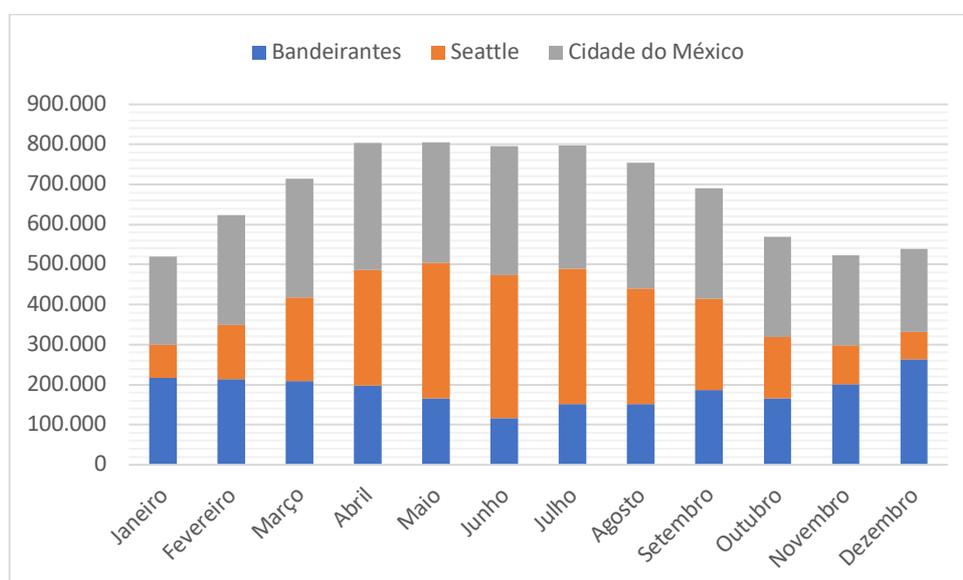
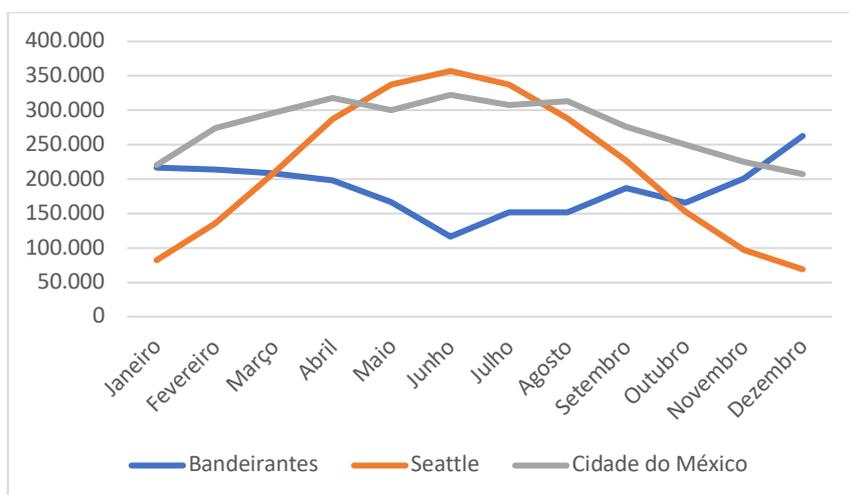
Figura 2; Screenshot ilustrando o simulador da NASA que nos forneceu os dados mensais de produção de energia solar nas coordenadas do colégio

A última etapa do roteiro depois de descobrir a quantidade de watts por metro quadrado mensal, era descobrir essa média em kilowatts por metro quadrado por dia, por isso, colocamos nossas coordenadas em mais um simulador.

## Resultados

Começando pelos resultados da parte estatística temos a seguinte tabela e correspondentes gráficos:

Meses	Bandeirantes	Seattle	Cidade do México
Janeiro	217.000	82.600	220.100
Fevereiro	214.000	135.700	274.000
Março	208.500	209.300	296.900
Abril	198.500	287.200	318.300
Mai	166.500	337.900	300.200
Junho	116.500	357.200	322.500
Julho	152.000	337.000	307.900
Agosto	151.500	288.700	313.500
Setembro	187.300	227.300	276.600
Outubro	165.300	153.100	250.200
Novembro	201.100	97.300	225.000
Dezembro	262.800	69.000	207.400

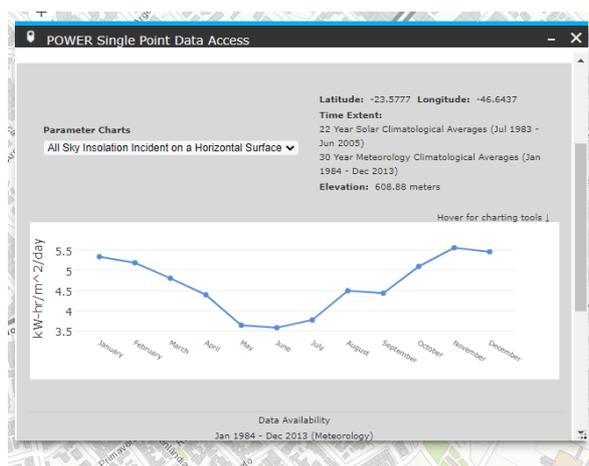


Para interpretação do gráfico é preciso saber que os números correspondem a quantidade total de watts por metro quadrado por mês, e foram testados nas seguintes latitudes e longitudes; Colégio Bandeirantes latitude -23.5777 e longitude -46.6437; a cidade de Seattle latitude 47.5 N e a longitude 122.5 W; a cidade do México latitude 19.5 N e a longitude 99.5 W. Todos os dados foram tirados considerando o céu sem nuvens e correspondem ao período de 2018-2019.

O último sendo a quantidade total de watts por metro quadrado, agora temos a média diária de kilowatts/hora por metro quadrado nas coordenadas do Colégio Bandeirantes.

## Discussão

Com as tabelas e gráficos prontos, é importante entender alguns dos objetivos que o roteiro Think Green nos proporcionou. Primeiro, os dados de Seattle e da cidade do México nos foram providenciados para comparação com as nossas coordenadas e eles nos mostram como a latitude e a longitude impactam a produção total de energia.



Analisando o gráfico, percebe-se que nos meses maio-agosto a produção energética no Colégio Bandeirantes diminui, enquanto em Seattle ela sobe, claramente um efeito das diferentes estações que para Seattle configura o verão (mais sol) e para o Bandeirantes, o inverno (menos sol). A cidade do México por ter latitude baixa, consequentemente possui pouca diferença entre estações e se mantém relativamente constante, e como Seattle possui maior latitude do que o Bandeirantes, a variação de estações é mais perceptível e isso se mostra no nosso gráfico.

## Conclusão

A conclusão sugerida por esse estudo então nos trouxe é a visualização gráfica de como diferentes latitudes afetam a variação entre estações e como essa variação impacta a produção de energia solar.

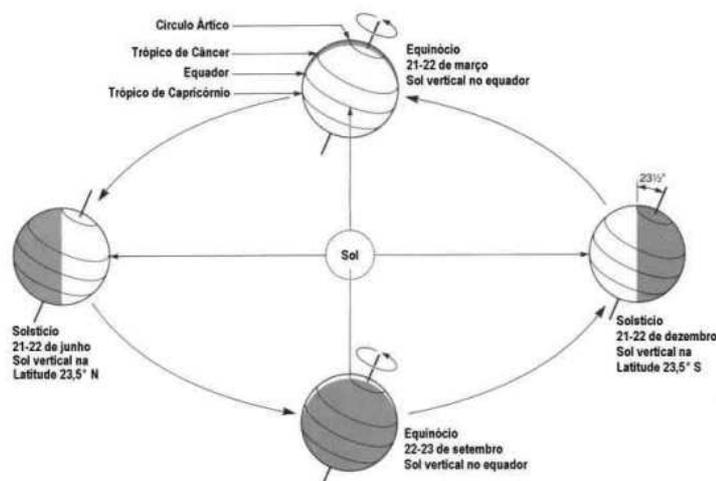


Figura 3. <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-1.html> acesso em 04/09

Outros dados que o roteiro nos sugere calcular é a média quantidade de “energia” que nosso colégio recebe mensalmente, sendo essa aproximadamente 185.500 watts por metro quadrado, diariamente essa média ficaria em torno dos 4kW/hora. Sabendo que nem toda energia é transformada em eletricidade, isso não seria o suficiente para os gastos do nosso colégio, independentemente do tipo de placa e sua eficiência. Levando em consideração o custo, a eficiência e os meses em que recebemos menos ‘energia”, é a conclusão deste artigo que a energia solar não poderia sustentar o colégio Bandeirantes sozinha.

Como último adendo, o modelo de energia solar proposto não pode ser testado no colégio, dado as condições de quarentena e pandemia, impossibilitando que seus resultados fossem aqui discutidos, o grupo se dispõe a testar a produção por hora assim que for possível.

### Referencias Bibliográficas:

**Think Green - Utilizing Renewable Solar Energy**, NASA Jet Propulsion Laboratory disponível em <https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/think-green-utilizing-renewable-solar-energy/> (acesso em 03/09)

### PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD).

Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Disponível em:

<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/> (acesso em 03/09)

**VILLALVA, M.; GAZOLI, J.** Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. São Paulo: Erica, 2012. (acesso em 03/09)

**MPPT SOLA.** Construa seu sistema solar fotovoltaico. 2015. Disponível em: <https://www.mpptsolar.com/pt/> (acesso em 03/09)

## C3 - OBTENÇÃO DE ENERGIA EÓLICA PARA TODOS

João Pedro Barbosa Campos; Maria Carolina Lagonegro Vernucci; Pedro Sleumer Hamacek Succi; Rodrigo Onofre Orrico

Professor orientador: Fabrício Masutti

---

### Resumo

Nos últimos anos, as discussões acerca de questões ambientais vêm crescendo no mundo todo. Problemas que impactam a fauna e flora e atingem diretamente a qualidade de vida dos seres vivos, preocupam muitas pessoas. Diante de procuras para um mundo mais saudável, a questão da produção de energia tornou-se um grande impasse, já que esta é uma grande causadora de problemas ambientais, principalmente as energias não renováveis. Com toda essa questão em discussão, o trabalho buscou evidenciar a importância da energia renovável, tendo como foco a energia eólica e buscando, por fim, a obtenção de conhecimentos para sua produção. Para alcançar o objetivo, o grupo usou, através do simulador SIGD - Sistema de Informação para Geração Distribuída de Energia, maneiras para calcular a quantidade de energia relacionada com os tamanhos da pá eólica e do rotor. Foram utilizados 4 valores de cargas consumida, 350kWh, 300kWh, 250kWh e 200kWh, além da velocidade média do vento ser de 5.5m/s. Tendo como resultados: para se obter 350kWh de carga, é necessário que as pás tenham o diâmetro de 3.69 metros, 300kWh - 3.42 metros, 250kWh - 3.12 metros e 200kWh - 2.79 metros. Após todas as análises, conclui-se que para um valor maior de energia é necessário o uso de uma maior pá eólica, ajudando a alcançar o melhor rendimento da produção de energia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Questões ambientais, produção de energia, energia renovável, energia eólica, pá eólica.

---

### Abstract

In recent years, discussions about environmental issues have been growing worldwide. Problems that impact fauna and flora and directly affect the quality of life of living beings worry many people. Facing demands for a healthier world, the issue

of energy production has become a major impasse, since this is one of the causes of environmental problems, especially non-renewable energies. With all this under discussion, the work tried to highlight the importance of renewable energy, focusing on wind energy and seeking, at last, to obtain knowledge for its production. To achieve the objective, the group used, through the SIGD simulator - Information System for Distributed Energy Generation, ways to calculate the amount of energy related to the sizes of the wind blade and the rotor. Four values of consumed loads were used, 350kWh, 300kWh, 250kWh and 200kWh, besides that, the average wind speed being 5.5m / s. The results, which were to obtain 350kWh of energy, it is necessary that the blades should have a diameter of 3.69 meters, 300kWh - 3.42 meters, 250kWh - 3.12 meters and 200kWh - 2.79 meters. After all the analysis, it's concluded that for a higher energy value, it is necessary to use a larger wind turbine, to help achieve the most efficient production of energy.

**KEY-WORDS:** Environmental issues, energy production, renewable energy, wind energy, wind turbine.

---

## Introdução

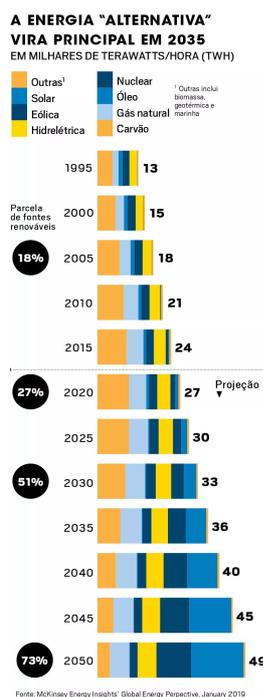
Atualmente os problemas ambientais vem se tornando cada vez mais frequentes e impactantes no mundo. O desmatamento, poluição, queimadas, aquecimento global, são alguns dos impasses que podem gerar extinção da fauna e flora, alterações climáticas, aumento do nível do mar, desaparecimentos de rios, poluição do ar, entre outros nos quais afetam diretamente a diminuição da qualidade de vida. Por estas questões, a procura de melhorias para um mundo mais saudável vem crescendo nos últimos anos.

Um meio que gera muito impacto ambiental e vem sendo questionado nas últimas décadas é a produção de energia, que é extremamente importante para a vida do ser humano nos dias de hoje, já que praticamente todas as atividades realizadas pelo homem requerem o uso dela, servindo tanto para iluminação de ambientes, como também o funcionamento de eletrônicos entre outros. Existem diversos tipos de energia, tanto as que transformam energia cinética em elétrica como por exemplo,

hidráulica, eólica e também as que transformam energia luminosa em elétrica, como a solar.

Há a produção de alguns meios de energia elétrica que são altamente poluentes, devido as suas fontes, estas são denominadas fontes não renováveis cujo são finitas e esgotáveis, como exemplo: petróleo, carvão, gás natural e nuclear. Elas acabam sendo utilizadas em grande escala, por conseguirem produzir uma grande variável de energia, sendo assim mais barato para o consumo. Porém são as que mais afetam o meio ambiente, não sendo assim, a melhor escolha para a produção de energia.

Dentre as outras, existem meios de energia, que são mais benéficas à saúde do meio ambiente, denominadas como energia renovável, obtidas de fontes naturais, sendo capaz de ser renovada e usada em um ritmo que a natureza consiga repor, havendo um equilíbrio entre a produção e o consumo dela. Uns dos exemplos de energia renovável são as energias solares, hidrelétricas e a energia eólica caracterizada por ser a energia mais limpa, renovável e disponível em todos os lugares (PACHECO, 2006). Ela é obtida através do movimento de massas de ar (vento) que é captado por hélices ligadas a geradores. A velocidade de rotação das hélices, conectadas a um gerador de eletricidade, gera energia. As hélices possuem o mesmo formato das asas dos aviões e usam a mesma aerodinâmica, aumentando a eficiência na captação dos ventos (CERQUEIRA ,2016).



**Figura 1: mostra as energias que serão utilizadas até o ano de 2030, podendo ver que as renováveis irão substituir as não renováveis.**

Fonte: épocanegocios.globo.com, 2019.

A Imagem 2 tem como função indicar os meios de energia que foram utilizadas no Brasil nos anos de 2004-2005, assim mostrando suas ofertas de valor.

**Tabela 1**  
**Oferta interna de energia,**  
**Brasil: 2004 - 2005**

Energético	Variação (%)	2004	2005
Oferta total	2,47	213,4	218,6
Energia não-renovável	1,0	119,8	121,0
Petróleo e derivados	0,8	83,4	84,0
Gás Natural	7,4	19,0	20,4
Carvão mineral e derivados	-2,0	14,2	13,9
Urânio e derivados	-18,0	3,2	2,6
Energia renovável	4,4	93,6	97,7
Hidráulica e elétrica	6,1	30,8	32,7
Lenha e carvão vegetal	1,3	28,2	28,6
Produtos da cana-de-açúcar	5,9	28,8	30,4
Outras renováveis	2,4	5,9	6,0

**Figura 2: Ofertas de Energia no Brasil, nos anos 2004-2005.**

Fonte: files.pet-quimica.webnode.com, 2019.

Diante desta questão ambiental, o grupo realizou pesquisas em relação a energia renovável eólica, a qual contém dados de como usá-la, seus materiais, variantes, tendo como objetivo a obtenção de conhecimentos para sua produção.

## Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo investigar medidas para a criação de uma fonte de energia renovável (mais especificamente a energia eólica) e seus valores. Isto é, elaborar uma simulação que possa ser realizada em casa e demonstre valores para a transformação de energia eólica em eletricidade, para assim se saber qual a melhor forma para obter grandes números de energia. Portanto foram traçados alguns objetivos mais específicos, buscando uma melhor divisão de tarefas e colaborando com o progresso do projeto.

São estes objetivos: pesquisar sobre conceitos de energia renovável, especializar-se em uma fonte de energia renovável (eólica), simular um transformador de energia, determinar materiais e dimensões de espaço necessárias para a realização do projeto, avaliar a quantidade de energia produzida pelo simulador e definir se esta iniciativa incentiva e ajuda pessoas a conseguirem energia elétrica em suas casas de forma mais acessível.

## Materiais e métodos

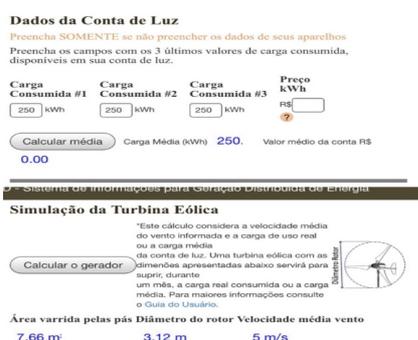
O material utilizado para a realização do experimento foi o computador, utilizando o software de simulador SIGD - Sistema de Informação para Geração Distribuída de Energia por meio do site: <https://www.ufrgs.br/sieolica/index1.html>.

Para obter os dados do simulador foi necessário preencher os campos “Dados de conta de luz”- cargas consumidas, que tiveram o valor de: 350kWh, 300kWh, 250kWh e 200kWh; e a velocidade média do vento: 5.5m/s.

Para a obtenção do resultado foi necessário preencher os campos de dados para assim fazer uma relação da carga consumida ao diâmetro do rotor. No início foi necessário adicionar a velocidade média do vento, que se manteve a mesma em todo experimento e os valores da carga consumidas que vieram através da conta de luz

de um dos participantes do grupo, completando os dados “Dados da conta de luz”, onde o simulador pede kWh consumidos e preço do kWh, fazendo uma média dos valores (este passo foi realizado 4 vezes para a precisão dos dados). Após a captação média dos valores foi necessário apertar no botão “Calcular o gerador” cujo no cálculo considerou a velocidade média do vento informada e a carga de uso real ou a carga média da conta de luz, dando a relação carga consumida com diâmetro do rotor.

A Imagem 3 mostra como são colocados os dados dentro do simulador, assim fazendo uma relação dos dados colocados (cargas consumidas) ao resultado.



**Figura 3: Print da tela do simulador sendo utilizado com dados inseridos**

## Resultados e discussão

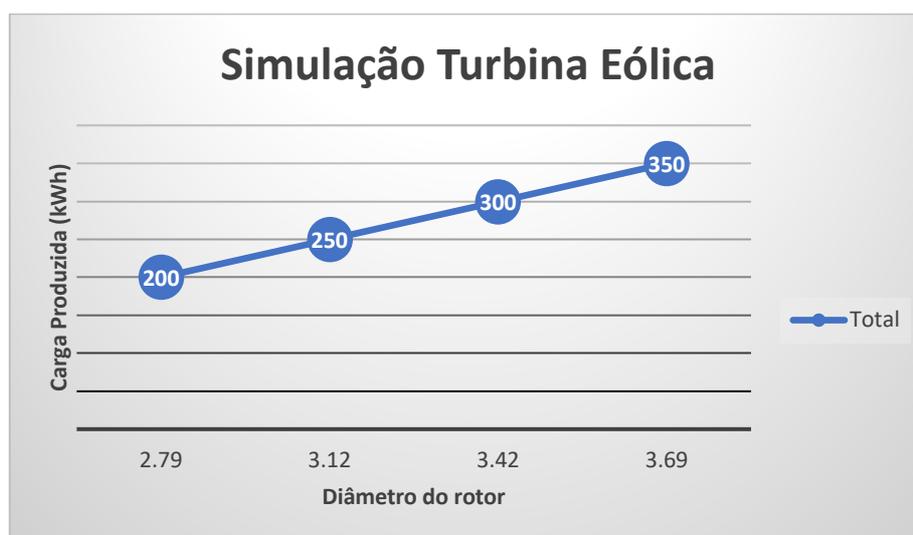
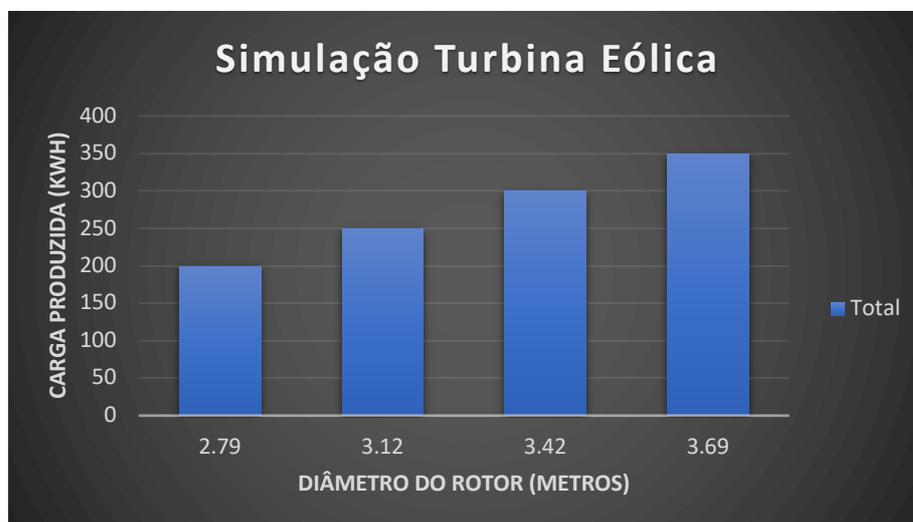
Os resultados obtidos foram: para se obter 350kWh de carga, é necessário que as pás tenham o diâmetro de 3.69 metros, 300kWh - 3.42 metros, 250kWh - 3.12 metros e 200kWh - 2.79 metros. Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1: Resultados obtidos através do simulador.**

CARGA PRODUZIDA	350 kWh	300 kWh	250 kWh	200 kWh
ÁREA VARRIDA PELAS PÁS	10,72 m <sup>2</sup>	9,19 m <sup>2</sup>	7,66 m <sup>2</sup>	6,12 m <sup>2</sup>
DIÂMETRO DO ROTOR	3,69 m	3,42 m	3,12 m	2,79 m
VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO	5 m/s	5 m/s	5 m/s	5 m/s

No Gráfico 1, pode-se visualizar a carga produzida pelo diâmetro do rotor.

**Gráfico 1: Carga produzida pelo diâmetro do rotor.**



Pode-se perceber através dos gráficos e tabela que quanto maior a energia calculada maior o diâmetro do rotor, ambos sendo diretamente proporcionais. Então, para se obter uma quantidade de energia maior é necessário uma maior pá, considerando constante a velocidade média do vento.

## Conclusão

Conclui-se que diante dessa simulação, foi possível observar que para um valor maior de energia é necessário um diâmetro de rotor maior. Desta forma, os objetivos de investigar qual a melhor forma para obter grandes números de energia

foram alcançados. Na pesquisa efetuada também pode-se concluir que o acesso das pessoas a este meio de produção de energia, seria viável, pois é um meio muito utilizado nos dias de hoje, tendo como único “impasse” o seu custo que acaba sendo alto.

## Referências bibliográficas

CERQUEIRA, Wagner. **Energia eólica.** Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/energia-eolica.htm>. Acesso em: 31/08/2020.

MOURA, Marcelo. **“Até 2030, fontes de energia limpa devem substituir as fósseis”.** São Paulo, 2019. Disponível em:

<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/07/ate-2030-fontes-de-energia-limpa-devem-substituir-fosseis.html>. Acesso em 02/09/2020.

PACHECO, Fabiana. **\_\_Energia renováveis; breves conceitos.** "Conjuntura e Planejamento". SEI, Salvador, 2006. Disponível em: [http://files.pet-quimica.webnode.com/200000109-5ab055bae2/Conceitos\\_Energias\\_renov%C3%A1veis.pdf](http://files.pet-quimica.webnode.com/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf). Acesso em: 09/06/2020.

## **C6 - DESIGN EXPERIMENTAL PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA PLACA SOLAR POR MEIO DE ESPELHOS**

Gabriel Duarte Toledo; Henrique Wubyung Lee; Rafael Alperovitch

Professor orientador: Fabrício Masutti

---

### **Resumo**

Presentemente, a maioria das fontes elétricas do mundo não são seguras para o meio ambiente, além de não serem renováveis, como as plantas termelétricas. Por outro lado, a maioria das alternativas renováveis, como a energia solar, geralmente contêm um custo de investimento ou manutenção alto, o que inviabiliza o seu uso pela maior parte. No entanto, há várias maneiras de aumentar a eficiência de placas solares sem aumentar drasticamente o seu custo, sendo uma delas, com o uso de espelhos. Mas quanto que a eficiência pode ser aumentada? E qual é melhor jeito de se fazer isto? Este artigo procura descobrir quanto que a eficiência de uma placa solar será afetada ao mudar o ângulo de um espelho em relação ao solo, e qual seria o melhor ângulo para as circunstâncias do design. Após experimentar com 4 ângulos diferentes de espelhos (30°, 40°, 60° e 180°) a uma distância de 2 centímetros do material utilizado para simular uma placa solar, foi descoberto que o ângulo ideal seria de 40°. Este artigo prova que espelhos podem aumentar a eficiência de placas solares quando forem organizados de forma correta de acordo com as condições e medidas de um design específico, e desta forma, podem viabilizar fazer a energia solar uma alternativa renovável e segura para o meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Painéis solares/ energia solar/ espelhos/ eletricidade.

---

### **Abstract**

Currently, the majority of the world's electricity sources are non-environmental safe and also not renewable sources, like thermoelectric plants. On the other hand, most renewable alternatives, like solar energy, usually contain a high investment or maintenance cost, which makes them non-viable for the most part. However, there are

many ways to boost solar panels efficiency without increasing the cost too much, more specifically with the use of mirrors. But how much can the efficiency be increased? And what is the most optimal way to do it? This article aims to figure out how much changing the angle of a mirror when compared to the ground will affect the efficiency and also what's the best angle for a specific given distance. After experimenting with 4 different angles ( $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $60^\circ$  and  $180^\circ$ ) and having the mirrors be 2cm apart from the material used to simulate solar panels, it was discovered that the most optimal angle was  $40^\circ$ . This article proves that mirrors can affect the efficiency of solar panels when set up in the correct way according to the conditions and measurements of your design, and therefore can make solar panels a viable option for non renewable and non-environmental safe alternatives. After experimenting with 4 different angles ( $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $60^\circ$  and  $180^\circ$ ) and having the mirrors be 2cm apart from the material used to simulate solar panels, it was discovered that the most optimal angle was  $40^\circ$ . This article proves that mirrors can affect the efficiency of solar panels when set up in the correct way according to the conditions and measurements of your design, and therefore can make solar panels a viable option for non renewable and non-environmental safe alternatives.

**KEY-WORDS:** Solar panels; solar energy; mirrors; electricity.

---

## Introdução

Atualmente, no planeta terra, grande parte da energia elétrica que é utilizada provém de fontes poluentes, como a queima do carvão. E ao utilizar esses métodos, não só se está destruindo o ambiente por meio de desvio de rios e queimadas e a atmosfera por meio da destruição da camada de ozônio, como também se está cada vez mais esgotando as reservas de materiais não renováveis, pondo assim grande parte da energia elétrica utilizada no mundo em risco, por causa de uma escassez de recursos que está cada vez mais próxima. Sendo assim, foi decidido criar um mecanismo que transformasse alguma fonte renovável em energia elétrica, mas de forma eficiente e barata, de modo que uma pessoa comum teria acesso à esse tipo de tecnologia, e assim, foi decidido criar um protótipo utilizando placas solares.

Placas solares (WAGNER, et al., 1992) são painéis compostos por células fotovoltaicas, que são constituídas por materiais semicondutores como a sílica, que junto com os raios solares transformam a energia solar em elétrica a partir do efeito fotovoltaico. O efeito fotovoltaico é formado pela junção de raios solares e átomos de sílicas carregados positivamente e negativamente. Os raios solares são carregados de fótons, que ao atingirem o painel solar, despreendem um elétron dos átomos de sílica carregados positivamente, que irá então se prender no átomo de sílica carregado negativamente, criando assim uma corrente elétrica.

No entanto, por causa do custo das placas solares, um método muito utilizado para se obter mais energia elétrica mas com um custo menor é o uso de espelhos em volta dos painéis solares (KREITH, MEYER, 1983). Esse método utiliza os princípios encontrados na primeira lei da ótica (lei da reflexão), onde qualquer raio incidente, ao atingir um espelho, será refletido, sendo que esse raio refletido terá o mesmo ângulo do raio incidente. Sendo assim, é possível utilizar espelhos para aumentar a quantidade de raios que serão absorvidos pelas placas solares sem utilizar mais painéis.

Além disso, a indústria fotovoltaica é uma das mais estáveis quando comparada aos outros métodos de obtenção de energia, já não há muita perda de eficiência na captação de energia solar por parte da placa. Embora, a fonte primária de energia, no caso a solar, não seja manipulável como outras fontes, é possível utilizar vários métodos de controle para evitar perdas causadas por fatores externos, como o uso de tecnologia avançada para cancelar as perturbações causadas por nuvens (CAMACHO, BERENGUEL, 2012). Outros fatores externos, como o acúmulo de poeira também quase não afetam a eficiência desse método de obtenção de energia, mesmo que a placa esteja quase paralela em relação ao chão (MEJIA, KLEISSL, 2013). Sendo assim, se forem utilizados espelhos planos ao lado de placas solares, então a eficiência da obtenção de energia elétrica será maior.

## Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo geral encontrar métodos e/ou designs apropriados de se utilizar placas solares e espelhos para melhorar sua eficiência.

Objetivos específicos:

- Identificar tipos de placas solares;
- Identificar lugares vantajosos para se utilizar as placas solares;
- Investigar designs anteriores de placas solares;
- Identificar os principais problemas enfrentados nessa área;
- Investigar o funcionamento das placas solares;
- Identificar as condições ideais na utilização de espelhos planos.

## **Materiais e métodos**

Para medirmos a quantidade de raios solares que os espelhos direcionam para a placa solar, será utilizado Etileno e Acetato de Vinila (EVA) e será medido a temperatura, uma vez que ela é proporcional à quantidade de fótons incidida. A seleção do material foi feita levando em conta as seguintes propriedades: absorve de forma efetiva os raios solares sem chegar a temperatura muito altas (pois se fosse o caso, a medição seria mais difícil e imprecisa), é possível replicar, de forma que as medidas sejam contínuas para todos os níveis e possui um valor de compra acessível.

No experimento, a estrutura será montada com diferentes números de espelhos (0 ou 2) e com diferentes angulações, a fim de aumentar o número de raios que chegarão ao centro da placa, diminuindo o desperdício. Seus materiais são: EVA de cor preta, 2 espelhos, suporte com angulação para os espelhos (30, 40, 60), termográfico Unit-T UTi260k.

A estrutura será construída com o próprio EVA para suportar e deixar o ângulo dos espelhos na posição ideal, ambos apontarão para o EVA preto, aumentando a quantidade de raios solares incidentes e conseqüentemente, aumentando sua temperatura que será medida pelo medidor digital.

Nesse caso, a variável independente é o número de espelhos que serão utilizados e suas angulações, já as constantes são o tempo de exposição à luz solar, a marca e dimensões do EVA e espelhos, distância entre o EVA e o espelho.

Os experimentos foram feitos na temperatura de 29 graus Celsius em um período de 60 minutos. Antes da realização, os espelhos foram limpos com uma

solução de Benzoato de Denatônio com princípio de Alquil Amina Quaternária Etoxilada. O angulação do Sol em relação ao espelho será de aproximadamente 35 graus, de acordo com a hora do dia feita (13h20 - 14h20 e 13h40 - 14h40).

As dimensões do espelho é de 25cm x 18cm, porém sua área útil é 20 cm x 13cm. Já o EVA mede 25cm x 18cm x 0,5cm. A distância horizontal entre o EVA e o espelho é de 1 cm, enquanto a vertical é de 2,5cm. A montagem pode ser conferido abaixo:



**Figura 1: Níveis de experimento**



**Figura 2: Nível 1 - controle: EVA em um local fechado**



**Figura 3: Nível 2 - EVA sem espelhos, porém ao sol.**



**Figura 4: EVA no meio, com os espelhos nos lados, com a mesma angulação.**



**Figura 5: Nível 3 - EVA ao sol, e com 2 espelhos, ambos a 30°**



**Figura 6: Nível 4 - EVA ao sol, com 2 espelhos, ambos a 40°**

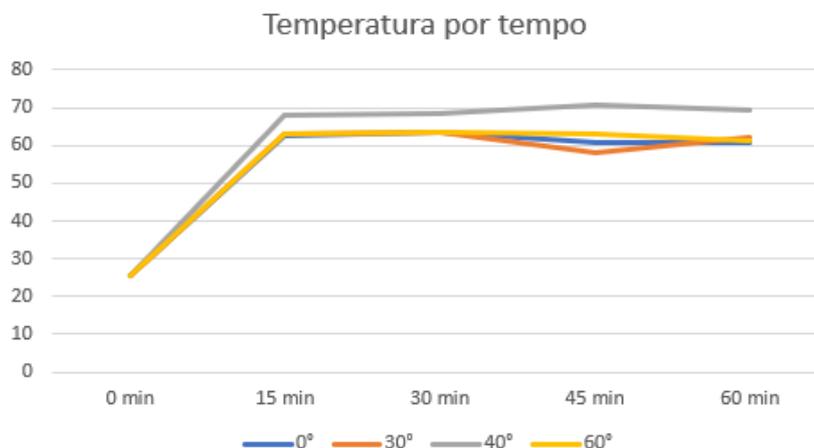


## Resultados e discussão

Os resultados obtidos foram: Primeira medição

**Tabela 1: Tabela com os dados do experimento (primeira medição).**

Graus/ Tempo	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min
0°	25,4	62,7	63,3	61	61
30°	25,4	63	63,4	58	62,3
40°	25,4	68	68,4	70,8	69,5
60°	25,4	63	63,5	62,9	61,2



**Figura 7: Gráfico de Temperatura por tempo**

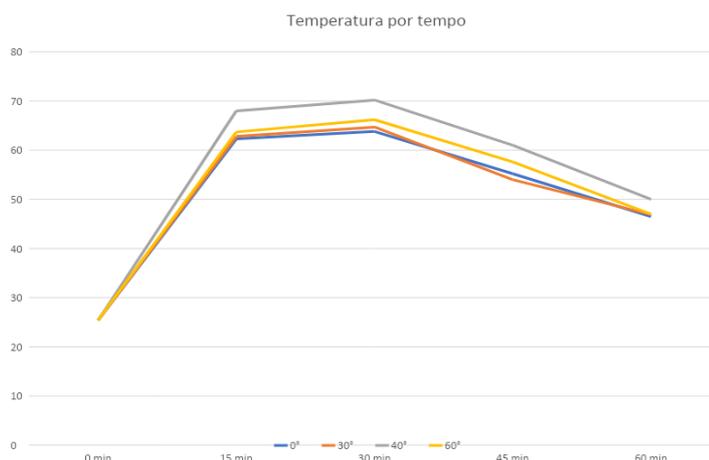
Podemos perceber que os espelhos posicionados a 40 graus incidem mais raios solares no EVA, uma vez que a temperatura aumenta e se estabiliza nos 15 minutos, tendo pequenas variações.

É importante notar que há uma margem de erro do termográfico, uma vez que ele perde precisão a partir de 45 graus.

Segunda medição:

**Tabela 2: Tabela com os dados do experimento (segunda medição).**

Graus/ Tempo	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min
0°	25,4°C	25,4°C	25,4°C	25,4°C	25,4°C
30°	25,4°C	62,8°C	64,7°C	54°C	46,9°C
40°	25,4°C	68°C	70,2°C	61°C	50°C
60°	25,4°C	63,7°C	66,2°C	57,6°C	47°C



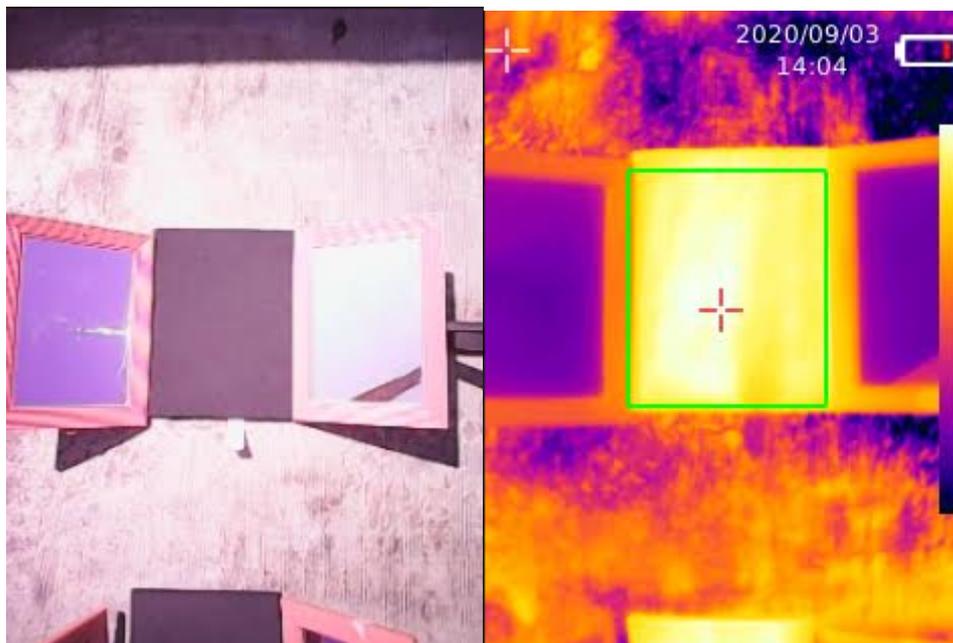
De acordo com o gráfico e a tabela acima, é perceptível que o ângulo de 40 graus alcança temperaturas mais altas, porém há uma decaída devido a queda de temperatura ambiente, porém, mesmo assim, o espelho com 40 graus permanece com temperaturas mais alta.

Analisando a tabela, pode-se observar um aumento mais expressivo da elevação da temperatura no espelho de 40 graus e uma semelhança entre o Controle, 30 graus e 60 graus.

Peguemos como exemplo essas fotos tiradas durante o experimento, de modo que a elas vem acompanhadas com a imagem fornecida pelo termográfico.



**Figuras 08 e 09: Espelhos posicionados a 40 graus do chão refletindo os raios solares no minuto 60 (a cruz vermelha mostra onde está localizada às temperaturas muito altas, e a verde, temperatura mais baixas. Já o triângulo H, é um alerta para temperaturas elevadas). A temperatura medida é de 70,8 graus Celsius.**



**Figuras 10 e 11: Espelhos posicionados a 30 graus do chão refletindo os raios solares no, podemos perceber que os raios refletidos apresentam menor (a imagem não apresenta o alerta de temperaturas elevadas). A temperatura medida é de 58,1 graus Celsius.**



**Figuras 12 e 13: Espelhos posicionados a 60 graus do chão refletindo os raios solares, podemos perceber que os raios refletidos apresentam maior temperatura que 30 graus, porém menor que 40 graus (a imagem apresenta o alerta de temperaturas elevadas, porém não há um foco que mostra temperaturas muito altas).**

Em tais fotos é evidente que a temperatura do EVA com espelhos posicionados a 40 graus é mais alta que as demais, portanto, ela é a mais favorável a ser utilizada com placas solares, e em tese, aumentaria a eficiência da placa, já que a temperatura é afetada pela quantidade de raios solares incidentes no plano.

Portanto, em tais condições (raios emitidos em 45 graus, espelho distanciado 1 cm na horizontal e 2,5 cm na vertical) o ângulo que incide mais raios solares na área do EVA é de 40 graus, ou seja, para a realização de um protótipo que busque máxima eficiência na área determinada, seria usado tal ângulo para tais condições.

## Conclusão

Uma das maiores dificuldades da utilização das placas solares para a obtenção de energia elétrica é o seu custo, já que placas podem custar centenas de reais por metro quadrado. Por isso, a utilização de espelhos planos é uma ótima alternativa, visto que é um método barato e eficiente na transformação de energia solar em energia elétrica.

Sendo assim, o uso de espelhos planos pode aumentar a eficiência de placas solares se forem usados de forma adequada, ou seja, com um ângulo entre o espelho e chão ideal em relação ao ângulo do sol, tamanho da placa solar, e a distância entre a placa e o espelho.

## Referências bibliográficas

CAMACHO, Eduardo F.; BERENGUEL, Manuel. Development and main problems of controlling solar energy systems, IFAC Proceedings Volumes, v. 45, p. 848-855. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667016305493> Acesso em 13/3/2020

KREITH, Frank; MEYER, Richard T..Large-Scale Use of Solar Energy with Central Receivers: Systems using mirrors to direct sunlight at a central receiver can produce heat for industry and electric utilities, American Scientist, v. 71, No 6, p 598-605. Disponível: <https://www.jstor.org/stable/27852345> Acesso em 10/06/2020

MEJIA, Felipe A.; KLEISSL, Jan. Soiling losses for solar photovoltaic systems in California. Solar Energy, v. 95, p. 357-363, 2013. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X13002582> Acesso em 13/3/2020

WAGNER, Erich; TWESME, Edward N.; HIDALGO, Craig. Solar Panels.Titular: BP Solar International LLC. U.S. Patent N. 5,164,020. Depósito: 24 maio. 1991. Concessão: 17 nov. 1992.

## **D1 - TRATAMENTO DA ÁGUA SALMOURA E SALOBRA DE MARTE**

Enzo Yugo Hattori, Friedrich Miki, Mateus Wang Xiao Qian, Rafael Coelho Dell'Aringa, Rafael Kenzo Kohatsu

Professor Orientador: Gabriel de Oliveira Steinicke

---

### **RESUMO**

O planeta Terra vem passando por vários problemas ambientais, como a falta de água potável, a crescente demanda por ela e o aquecimento global. O problema relacionado ao recurso é agravado por ações antrópicas como a contaminação da água e o desperdício de recursos hídricos. Esses fatores contribuem para aceleração da deterioração do planeta Terra. Diante dessa situação, os cientistas têm buscado por um novo planeta habitável. Na pior das hipóteses, a raça humana precisaria deixar a Terra para evitar a extinção. Considerando a situação e as condições tecnológicas atuais, a opção mais viável para um segundo “lar” seria Marte. No entanto, estabelecer vida no planeta vermelho não é fácil, tendo em mente a dificuldade de acessar a água potável em Marte, uma vez que a maior parte de sua composição se encontra no estado sólido e gasoso, além de ele possuir altas concentrações de sais. O objetivo deste trabalho científico é encontrar uma forma de converter a água salobra em potável, pronta para o consumo humano. Dessa forma, o processo de destilação foi testado, através de uma simulação da água salobra de Marte. Este método consiste na separação da água dos sais, introduzindo energia no sistema, desse modo aumentando a temperatura, já que a água tem um ponto de ebulição mais baixo, ela se transformou em vapor e os sais permanecem no recipiente. Durante a realização do experimento, a água foi destilada e filtrada conforme planejado. Contudo, foi percebida uma desvantagem nesse processo, a desmineralização da água, resultando em água destilada, que é inadequada para o consumo humano. Entretanto, sais minerais podem ser adicionados à substância tratada para possibilitar o consumo humano. Além disso, outra desvantagem do método presenciada é a baixa eficiência do procedimento, considerando o tempo necessário para tratar a água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Marte, destilação, tratamento, água, salmoura, salobra

---

## ABSTRACT

The planet Earth is going through several environmental problems, for example, the lack of potable water and the growing demand for it and the Global Warming. The potable water problem is worsened by anthropic actions such as the contamination of water and waste of hydraulic resources. These factors contribute to speed the deterioration of the planet Earth, considering this situation, scientists are searching for a new habitable planet. In the worst case scenario, the human race would need to leave the Earth in order to avoid extinction. Considering the current technological situation and conditions, the most viable option for a second “home” would be Mars. However, establishing life on the red planet isn’t that easy, considering the difficulty of access to potable water in Mars, since the majority of it is found in solid state and has high concentrations of salts. The purpose of this scientific work is finding a way to convert the brackish water into potable water, ready for human consumption and usage. In order to achieve this goal, the process of distillation was tested, using a simulation of Mars’ brackish water. The distillation process consists in separating water from the salts by introducing energy into the system and therefore increasing the temperature, since the water has a lower ebullition point, the water turns into steam and the salts remain. During the realization of the experiment, the water was distilled and filtered as planned, but the downside of this process is the demineralization of the water, resulting in distilled water, unsuitable for human consumption. However, mineral salts can be added to the treated water in order to enable the consumption. The downside of the method is the low efficiency considering the time taken to treat the water.

**KEY WORDS:** Mars, distillation, treatment, water, brine, blackish

---

## Introdução

O planeta Terra está passando por diversos problemas ambientais que são irreversíveis ou que demoram décadas para melhorar. Os recursos naturais terrestres se tornam cada vez mais escassos e a ação antrópica piora ainda mais essa situação. O desmatamento, a poluição que contribuem para o aquecimento global, são

exemplos de problemas ambientais. Também há a falta de água potável para o consumo humano decorrente do desperdício e da contaminação dos recursos hídricos. Estes e outros problemas presentes aceleram a futura situação em que o planeta Terra não será mais habitável. Existem pessoas que se preocupam com o planeta, e que estão tentando ajudá-lo, de diferentes maneiras. Estas pessoas estão em duas partes diferentes, uma parte que promove a preservação do planeta, e a outra que procura um outro planeta habitável, com o objetivo de evitar a extinção humana. Alguns cientistas e estudiosos estão procurando o outro planeta habitável. Baseando-se na tecnologia atual, a humanidade alcança três planetas vizinhos: Marte, Vênus e Mercúrio. Os outros astros celestes presentes no mesmo sistema solar estão fora do alcance tecnológico atual, são gasosos, o que impossibilita o pouso de qualquer espaçonave, e suas temperaturas são muito baixas, dificultando a instalação e/ou desenvolvimento dos seres vivos. Após uma análise das características dos três planetas mencionados anteriormente (sendo estas presenças de água, temperatura adequada, atmosfera...), pode-se perceber que Marte é a melhor alternativa para se tornar um planeta habitado por seres humanos, devido também à sua maior proximidade com relação à Terra. Mesmo Marte sendo a melhor alternativa, ainda existem dificuldades e problemas para a habitação do planeta, como a obtenção de água potável, ausência de atmosfera (radiação e raios ultravioletas) e a baixa temperatura. Em relação à água, existe a sua presença, porém, ela não é potável, e o motivo por trás disso é por serem águas salmouras ou salobras, que possuem altas concentrações de sais (National Geographic). Dessa maneira, o presente artigo pretende discutir e buscar uma maneira de tratar a água (um dos recursos essenciais para haver vida humana neste corpo celestes) através de experimentos, **e se possível, também implementar eficiência**. Após alguns pensamentos, foi elaborada a seguinte **hipótese**: Se o estado físico da solução puder ser alterado, então será possível separar a água do sal. A eficiência é um maior rendimento com custos iguais ou menores, e ela é um fator importante pois estações espaciais possuem um estoque menor de materiais, e de tempos em tempos precisam realizar uma missão de reabastecimento, que geram custos para a empresa espacial, mas se a eficiência aumenta, a frequência do reabastecimento é menor, o que reduz o custo material e financeiro. O artigo aborda o estabelecimento da vida no

espaço com destaque para obtenção de água potável, mais precisamente no planeta Marte. Enquanto outros trabalhos científicos buscam explicar a presença de água em Marte, que já foi comprovada pela NASA, este artigo procura ver a viabilidade para o consumo desta água. No entanto, a maior parte da água de Marte se apresenta em estado sólido ou gasoso. Estudiosos na área discutem sobre a possibilidade de haver água líquida no planeta vermelho, pois sua presença foi indiciada por fotos de telescópios e rovers, através de marcas da presença de água líquida na superfície e nas rochas, porém em tempos muito distantes. Acredita-se que a água líquida em Marte estaria debaixo de uma grande camada de gelo, como é encontrada no polo sul do planeta, a explicação para esta ocorrência é a pressão exercida pelo gelo acima e a grande concentração de sais na água. Para isso, serão mostradas informações das pesquisas realizadas com o objetivo de tratar a água salobra (água com salinidade inferior à da água marinha e superior à da água doce) e a água salmoura (água saturada de sal) de Marte como se pode observar em “para especialistas, essa descoberta, de um reservatório subterrâneo permanente de água líquida, aumenta consideravelmente as chances de haver vida no planeta” (VEIGA, EDISON. Cientistas encontram água líquida em Marte, descoberta que pode transformar busca por vida. BBC NEWS, 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-44946892>. Acesso em: 20.10.2020)

## Objetivos

O objetivo geral do projeto é tratar as águas salmouras e salobras de Marte.

Objetivos específicos:

- Pesquisar maneiras de tratar uma água com soluto;
- Analisar e escolher a melhor maneira de tratar a água;
- Obter os recursos/materiais para realizar o experimento;
- Analisar os resultados;
- Tentar implementar eficiência no processo, caso se obtenha sucesso;
- Investigar o que causou fracasso no experimento;
- Avaliar se um protótipo do experimento funcionaria em Marte;

## Materiais E Métodos

Para separar o sal da água, foi utilizado o método da destilação, que separa a água de outras substâncias anteriormente presentes nela, neste caso o sal, utilizando a sua evaporação e condensação (além de eliminar os microorganismos presentes, pois o sal, um antisséptico e os raios solares também podem ajudar na eliminação desses seres).

Os materiais que foram necessários para realizar o método da destilação foram:

- Recipiente grande de aproximadamente 20cm de diâmetro (panela);
- Copo de medida (500mL);
- Balança;
- Filme PVC;
- Pedra ou bolinha de gude;
- Elástico (se preferir, fita ou barbante);
- Água (300mL);
- Sal de cozinha (cerca de 20g de sal refinado)

Prepare uma pequena solução de 300mL de água e 20g de sal, coloque no recipiente próximo de 20cm de diâmetro e posicione o copo no centro do recipiente (se necessário coloque objetos para evitar a flutuação do copo). Tampe o recipiente com filme PVC, com a bolinha de gude no centro do filme, pois assim ela cria uma depressão, e utilize o elástico para prender o PVC em sua posição. Se necessitar, utilize a seguinte imagem (figura 01).

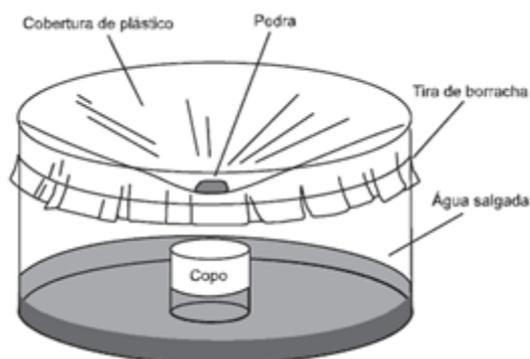


Figura 01

## Resultados e Discussão

O método conseguiu evaporar da solução de 300 mL (com 20g de sal diluído) um total de 50mL. Foram utilizados recipientes de diferentes tamanhos para a realização do experimento, e descobre-se que em recipientes maiores o método é mais eficiente, pois há maior área de incidência solar. Em recipiente pequeno, para obter 20mL de água destilada, foram necessárias 9 horas, enquanto no recipiente grande, apenas 4 horas para obter a mesma quantidade. Essa quantidade de 20 mL foi analisada e não foi encontrada a presença de sal da solução por meio da pesagem do resíduo seco, o que significa que o método funciona, porém sem muita eficiência em recipientes pequenos. Percebe-se que este método talvez funcionasse em Marte, mas seria necessária uma variação do experimento relativamente grande (um exemplo de tamanho sendo uma caixa d'água de 500L), o que afetaria a carga transportada nas espaçonaves. O ponto negativo deste método é por ele produzir água destilada, está apresentando ausência de sais minerais, fundamentais para seres-vivos, e seu consumo pode ser prejudicial à saúde.

## Conclusão

Após analisar os resultados e a eficiência do experimento, foi concluído que o método utilizado pode ser viável em Marte, porém será necessário repor os sais minerais que estão ausentes na água destilada ou adquiri-los através da alimentação, pois o organismo humano não é capaz de produzir esses sais. Com isso, o objetivo geral do projeto de tratar as águas salobras de Marte foi cumprido, porém com algumas limitações que são possíveis de superar.

## Referências

Foram utilizados os seguintes sites para obter os dados necessários:

WEI-HAAS, Maya. Água salgada em Marte poderia abrigar vida semelhante à da Terra. National Geographic, 2018. Disponível em:

<https://www.google.com.br/amp/s/www.nationalgeographicbrasil.com/2018/10/marte-agua-sal-planeta-vermelho-mars-salgada-quimica-terra-salmoura/amp>. Acesso em: 09/06/2020.

ERIKSON, Kristen. Why Do We Care About Water on Mars?. NASA Space Place. Disponível em: <https://spaceplace.nasa.gov/mars-adventure2/en/#>. Acesso em: 07/06/2020

VEIGA, Edison. Cientistas encontram água líquida em Marte, descoberta que pode transformar busca por vida. BBC NEWS, 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-44946892>. Acesso em: 20.10.2020

## **G3 - OTIMIZAÇÃO DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS**

David Conti; João Magalhães; Pedro Magalhães; Thiago Rosa; Tomás Forastieri; Victoria Hugues.

Professores Orientadores : Gabriel Steinicke; Lilian Siqueira; Milton Borelli.

---

### **Resumo**

Em meio à grave crise ambiental que as nações têm enfrentando, à procura por fontes de energia mais sustentáveis e eficientes é crucial para a sobrevivência dos seres humanos. Desse modo, surge a questão: Como se pode maximizar a produtividade de motores à combustão? Assim, utilizando uma interface e motor à combustão interna proporcionados pelo Instituto Mauá de Tecnologia, uma série de experimentos foram feitos com o objetivo de avaliar o impacto do ângulo inicial do virabrequim sobre outras variáveis do sistema, como o torque. Após transformar os dados em gráficos e planilhas, foi observado que quando o ângulo inicial do virabrequim é igual à  $28^\circ$  - para máquinas com frequência de 3600 rpm - ou  $20^\circ$  - para máquinas com frequência de 1800 rpm -, o ponto crítico para a maximização da eficiência era atingido. Nesse sentido, para maximizar o rendimento energético por unidade de massa de combustível, por unidade de tempo, o virabrequim do motor deve evidenciar as configurações previamente mencionadas ao começar o ciclo.

**Palavras-chave:** Motor a combustão interna, eficiência, potência, rendimento global e energia.

---

### **Abstract**

Amid the grave environmental crisis nations are now facing, the search for more sustainable and efficient sources of energy has shown itself as crucial for the survival of mankind. On that note, it begs the question: how can the productivity of combustion engines be maximized? Thus, a powerful interface provided by Mauá was utilized to conduct a series of tests using an internal combustion engine (ICE). The main goal of the experiments was to study the impact of the initial angle of the crankshaft on other

factors of the engine such as the torque. Consequently, certain parameters regarding the functionality of the ICE were changed in order to evaluate which configuration would be the most efficient. After having the raw data collected into graphs and spreadsheets, the results showed that the critical point for maximizing efficiency appears if the initial angle of the crankshaft is  $28^\circ$  for the ICE that has a frequency of 3600rpm and  $20^\circ$  for the engine that has a frequency of 1800rpm. Therefore, in order to maximize the energy output per unit mass of fuel spent per unit time, the engine's crankshaft has to display the aforementioned configuration at the start of the cycle.

**Key words:** Internal Combustion Engine, yield, power, efficiency and energy.

---

## Introdução

Desde os primórdios da vida no planeta terra, seres humanos buscam por alternativas para suprir suas necessidades energéticas. Ao longo de milhares de anos, foram desenvolvidos diversos meios de obtenção de energia, todavia eles, em sua maioria, prejudicam as condições ambientais do planeta Terra ou então não atingem uma boa taxa de produtividade energética. O desgaste dos recursos naturais do planeta Terra já é um problema que ambientalistas apontam há algum tempo e desde então alternativas para o contorno deste problema vêm surgindo.

Este artigo visa, então, a busca pela forma mais eficaz de produção de energia a partir de um motor à combustão ( Honda GX 160 - injetado ), cedido pelo Instituto Mauá de Tecnologia. E para tal, dados como o avanço angular do virabrequim e a frequência do ciclo foram variados e analisados para que se chegasse ao ponto de maior aproveitamento energético.

Nesse sentido, o uso de motores mais eficientes pode se mostrar como uma excelente alternativa para a produção de energia. Por conta disso, foi planejado este experimento, a partir do qual será possível encontrar o melhor possível funcionamento para a minimização de consumo de combustível e ao mesmo tempo avaliar a diferença de potência e a eficiência do motor de combustão interna disponibilizado pela Mauá, de acordo com essa mudança.

Os motores de combustão interna são modelados a partir do ciclo termodinâmico de Otto, cujo gráfico PxV (Pressão x Volume) e TxS (Temperatura x Entropia) estão representados a seguir, acompanhado por uma figura explicativa.

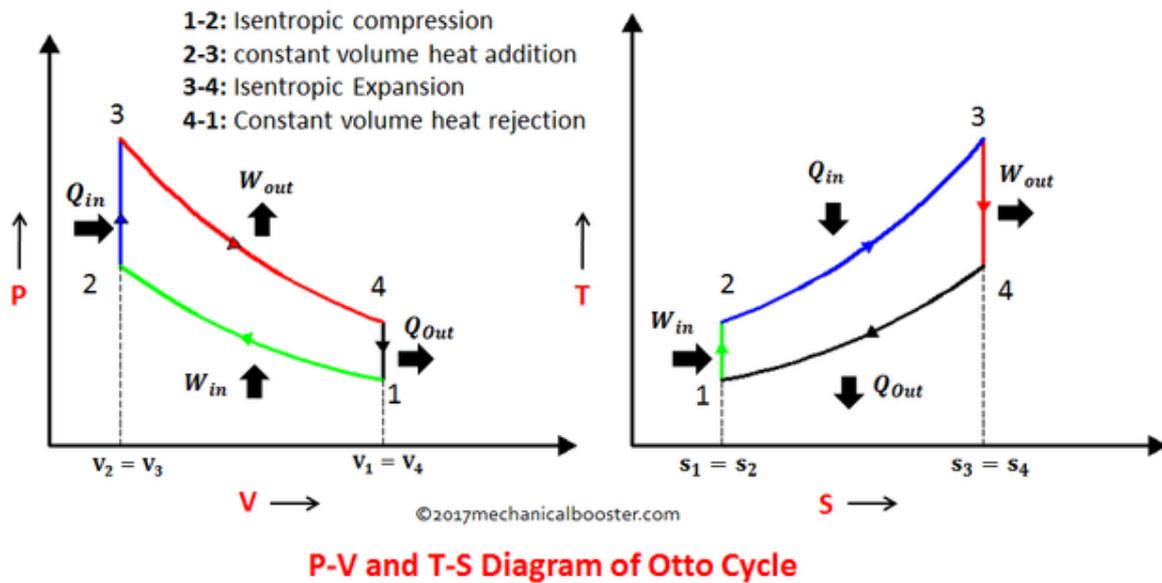
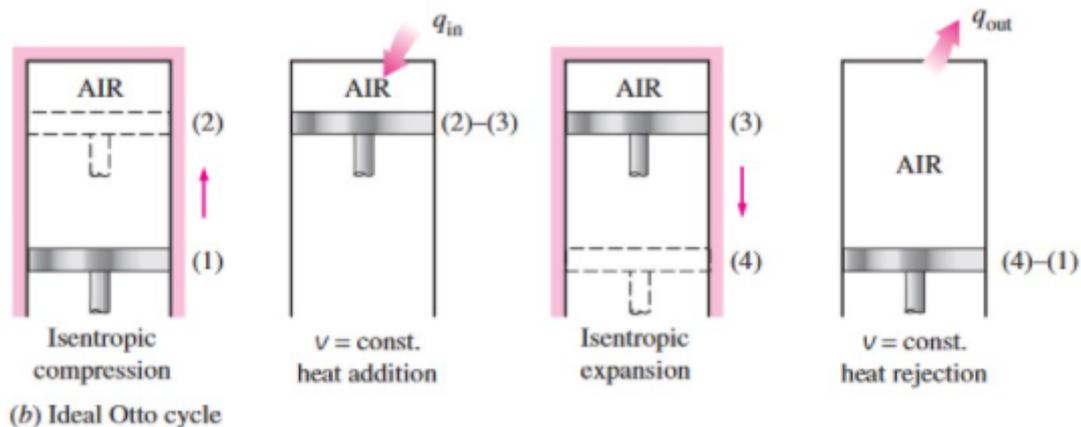


Figura 1: Gráfico PxV e TxS



O ciclo ideal de Otto, que descreve motores de combustão interna, apresenta quatro processos principais: A compressão isentrópica (adiabática e reversível) (1-2), a adição de calor isovolumétrica (2-3), a expansão isentrópica (3-4), e a rejeição de calor isovolumétrica (4-1).

Considere a Primeira Lei da Termodinâmica:

$$Q = W + \Delta U$$

Para o processo (2-3):

$$Q_{in} = \int_{V_2}^{V_3} p \cdot dV + \Delta U_{2-3}$$

Já que os volumes iniciais e finais deste processo são iguais,

$$Q_{in} = C_V(T_3 - T_2)$$

Onde  $C_V$  é a capacidade térmica do gás a volume constante. De forma semelhante:

$$Q_{out} = C_V(T_1 - T_4)$$

A eficiência térmica do motor é, portanto:

$$\eta_{térmica} = \frac{W_{total}}{Q_{in}} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}}$$

Ou seja:

$$\eta_t = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

Utilizando as equações anteriores sobre o ciclo de Otto:

$$\eta_t = 1 - \frac{C_V(T_1 - T_4)}{C_V(T_3 - T_2)}$$

Pode-se simplificar esta equação para

$$\eta_t = 1 - \frac{T_1(1 - T_4/T_1)}{T_2(T_3/T_2 - 1)}$$

Para que seja possível simplificar mais a expressão acima, os processos isentrópicos devem ser observados. Para estes, (1-2 e 3-4),

$$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$$

Onde  $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$  é o coeficiente de expansão adiabática. É claro o fato de que:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$$

Além disso, já que

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{T_4}{T_1}$$

Por conta da simetria do ciclo, chega-se à fórmula final para a eficiência:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$$

ou

$$\eta_t = 1 - r^{1-\gamma}$$

Onde  $r = \frac{V_1}{V_2}$  é a taxa de compressão. É razoável concluir, portanto, que uma configuração que apresente volume inicial grande e baixo volume durante o aquecimento isovolumétrico tenha maior eficiência térmica.

Isso ocorre pois, quanto maior for a taxa, maior é a eficiência, tendo em mente que o valor para o coeficiente de expansão adiabática  $\gamma$  tende a ser maior do que um. Um fator que frequentemente limita a taxa de compressão é a auto-ignição do motor, também conhecida como “knock”, o que estabelece um limite superior em relação a quão eficiente pode ser um motor.

Autoignição ocorre quando o fluido circulante explode antes da faísca da vela de ignição ser liberada. O que ocorre nesse caso corresponde à ignição decorrente do aumento de temperatura durante o processo 1-2 por conta do aumento taxa de compressão. Esse fenômeno pode ocorrer também quando o valor da razão entre ar e combustível é muito próxima à estequiométrica, ou seja, uma mistura que contém quantidade de combustível e ar semelhante à necessária para que a reação de combustão ocorra de forma sem deixar nenhum reagente sobrando causa um aumento de temperatura em casos de alta performance ou alta carga. A figura a seguir demonstra o fenômeno de autoignição.

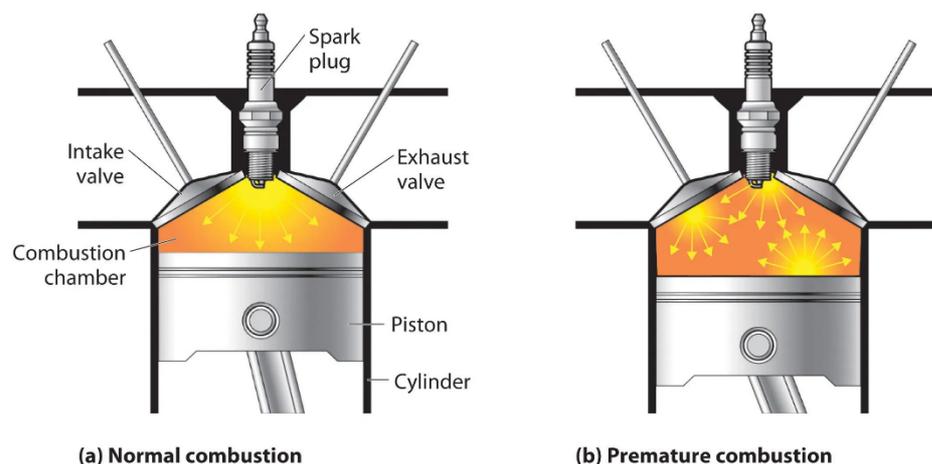


Figura 2: Pistão do motor.

Para medir a massa de combustível em relação à massa do ar e compará-las à estequiométrica, é definida a grandeza  $\lambda$  (lambda), que é definida pela seguinte fórmula:

$$\lambda = \frac{AFR}{AFR_{esteq}}$$

Onde AFR é a razão entre massa de ar e massa de combustível na configuração real do motor (Air Fuel Ratio) e  $AFR_{esteq}$  é a razão entre massa de ar e massa de combustível estequiométrica.

Se  $\lambda$  for igual a 1, o motor está operando sem deixar reagentes sobrando. Essa configuração é, em geral, a mais favorável para a eficiência energética do motor, mas se for mantida em casos nos quais alta performance é necessária, pode causar autoignição.

Para prevenir que isso aconteça, é comum que  $\lambda$  seja reduzida para valores menores que um, pois isso facilita o resfriamento do motor ao promover a ebulição da massa de combustível que não foi consumida durante a combustão.

Existe, em geral uma relação inversa entre a potência de um motor e sua eficiência, sendo que um alto valor para  $r$  (taxa de compressão) e  $\lambda$  mais próxima à 1 apresentam menor consumo de combustível e maior eficiência, e baixos valores de ambos parâmetros facilitam maior potência. Os gráficos a seguir ilustram essa tendência. (rich = mistura rica de combustível, lean = mistura pobre em combustível).

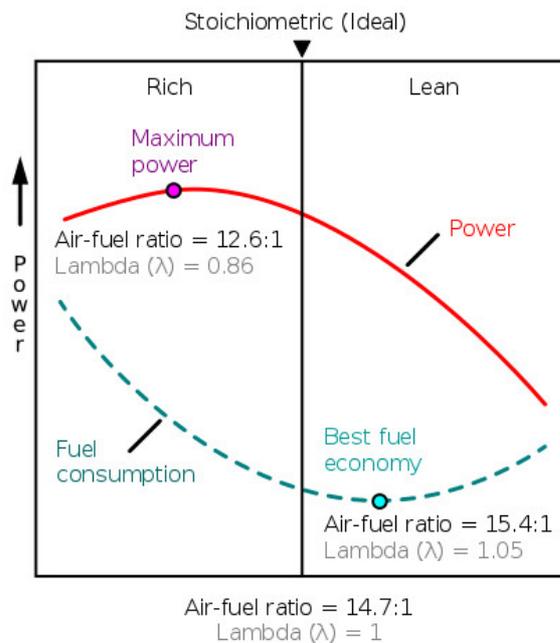


Figura 3

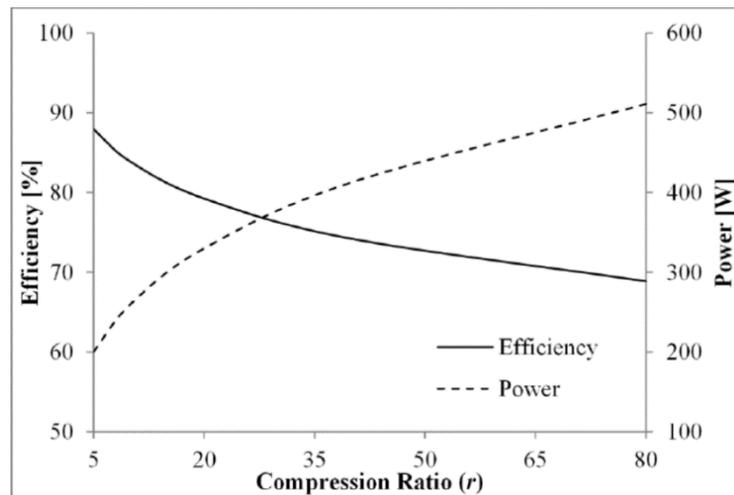


Figura 4

Deve-se manter em mente que a potência (W) do motor em dada condição é medida a partir do torque (N.m) e de sua velocidade angular (rps) da seguinte forma:

$$P = 2\pi \cdot \tau \times \omega$$

A partir deste conteúdo teórico, será analisado o melhor ângulo inicial do virabrequim (crankshaft) para otimizar a potência e eficiência do motor Honda GX 160 através de dados experimentais coletados em parceria com o Instituto Mauá de tecnologia. A figura a seguir demonstra o funcionamento de um motor de quatro tempos tradicional, que é semelhante ao motor a partir do qual dados serão coletados.

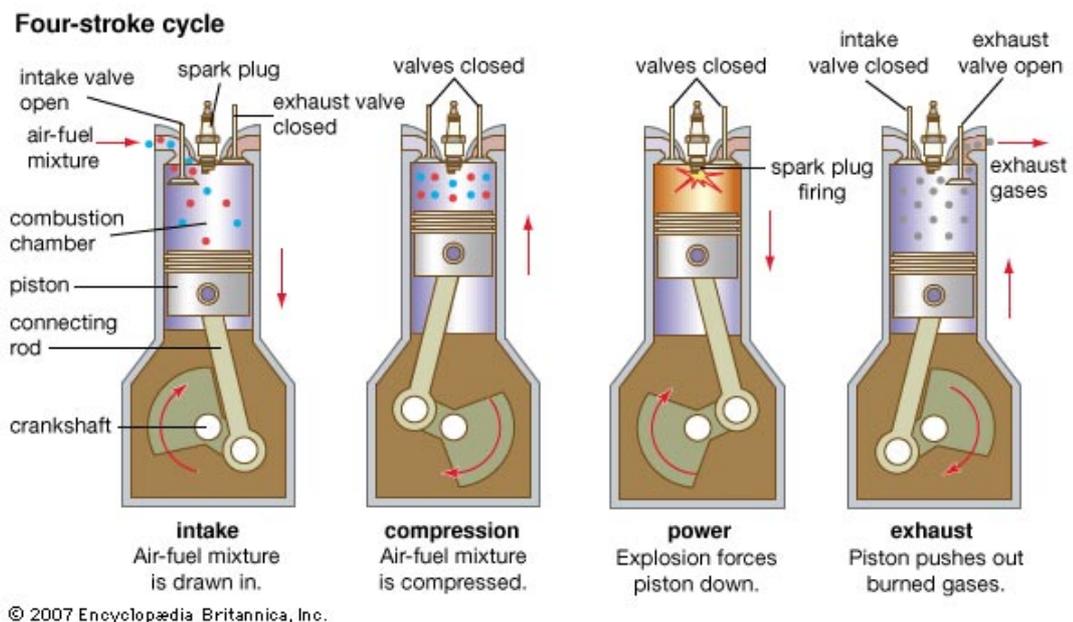


Figura 5: Ciclo do motor quatro tempos.

## Objetivos

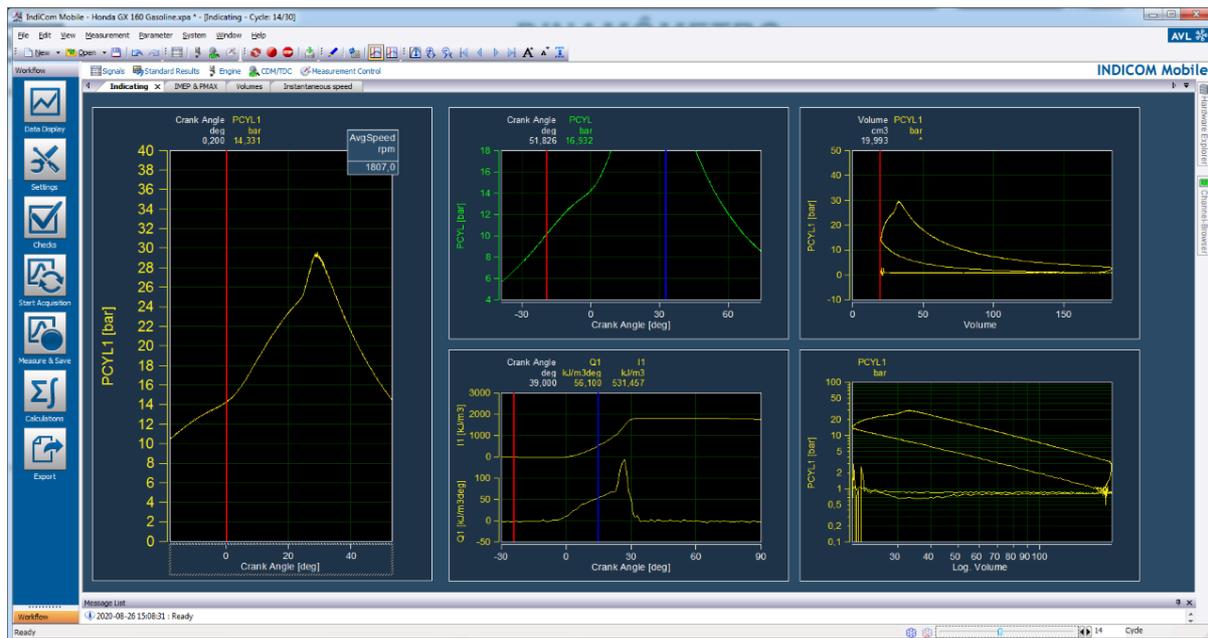
**Objetivo geral:** Estudar as alterações de desempenho de um motor à combustão de acordo com a variação no avanço angular de ignição.

### Objetivos específicos:

1. Pesquisar o funcionamento de um motor à combustão com 1 cilindro;
2. Pesquisar sobre conceitos pertinentes à análise de um motor de combustão, tais como lambda, velocidade angular e torque;
3. Analisar o motor em estudo: Honda GX 160, em termos de seu funcionamento e capacidade de geração de força;
4. Conduzir ensaios à distância, utilizando um software de controle do motor proposto pelo Instituto Mauá de Tecnologia, com a supervisão dos professores da universidade;
5. Organizar os dados retirados do experimento na forma de uma tabela no Excel, contendo as variáveis do experimento, assim como seus valores constantes;
6. Representar os dados obtidos na forma de gráficos;
7. Analisar e interpretar os gráficos;
8. Calcular o potencial de geração de energia elétrica, com base na força e potência observadas no motor.

## Materiais e Métodos

Os ensaios com o motor foram conduzidos à distância, em parceria com a Universidade de Mauá. Fazendo uso de um software que permitia que seus usuários conduzissem alterações nos parâmetros de funcionamento do objeto de estudo, mesmo de outros computadores. Isto é, dois professores da universidade se responsabilizaram por monitorar a máquina dentro do laboratório de testes da Mauá, compartilhando o acesso ao software usado e aos dados que estavam sendo transmitidos em tempo real. Enquanto isso, o controle do motor era tomado por outras partes que, então, poderiam variar diversas características do Honda GX 160 - injetado, como pode ser visto abaixo:



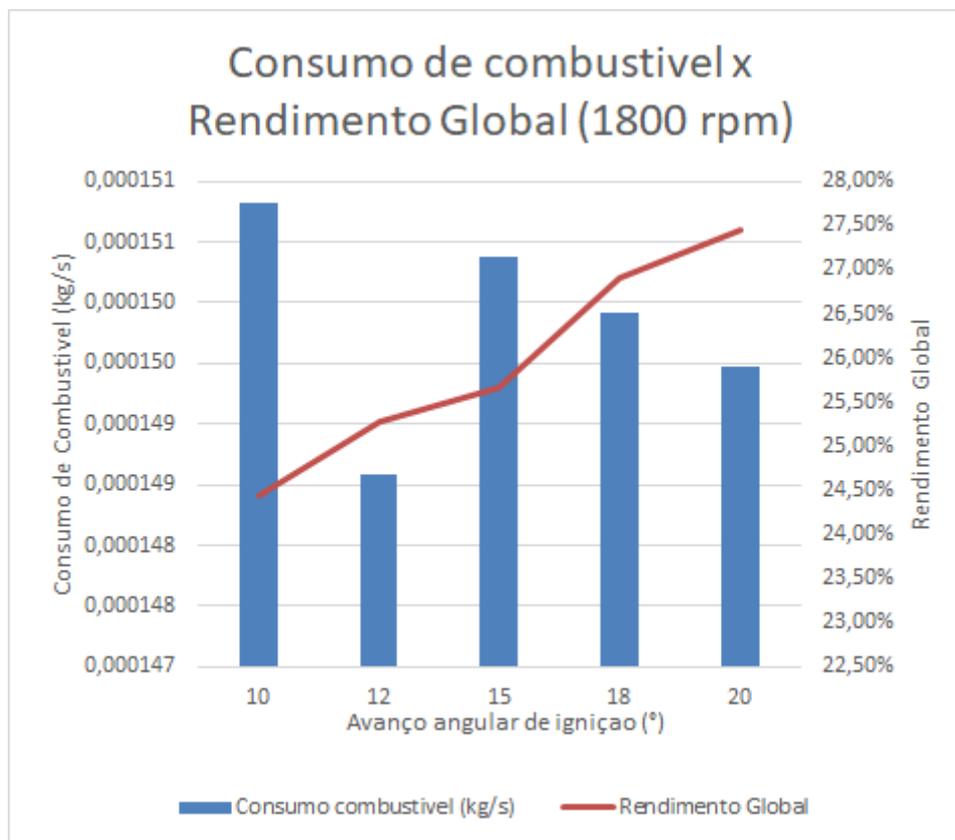
**Figura 6:** Captura de tela da página inicial do software utilizado para conduzir o experimento a distância.

Vale ressaltar que, a fim de medir o torque, a força, o lambda, o rendimento, o consumo de combustível e potência térmica do motor, foram mantidas constantes diversas outras variáveis, tais como: a massa de combustível, a rotação (rpm) e a velocidade angular. Assim, foram conduzidos seis ensaios, primeiramente, com rotação a 1800 rpm, velocidade angular de 188,5 radianos por segundo e utilizando 10 gramas de etanol hidratado. Depois disso, nove ensaios com rotação a 3600 rpm, velocidade angular de 377 radianos por segundo e 10 gramas de combustível.

Ao cabo do experimento, os dados variáveis foram coletados e inseridos em uma planilha de Excel, para depois serem analisados e traduzidos em gráficos.

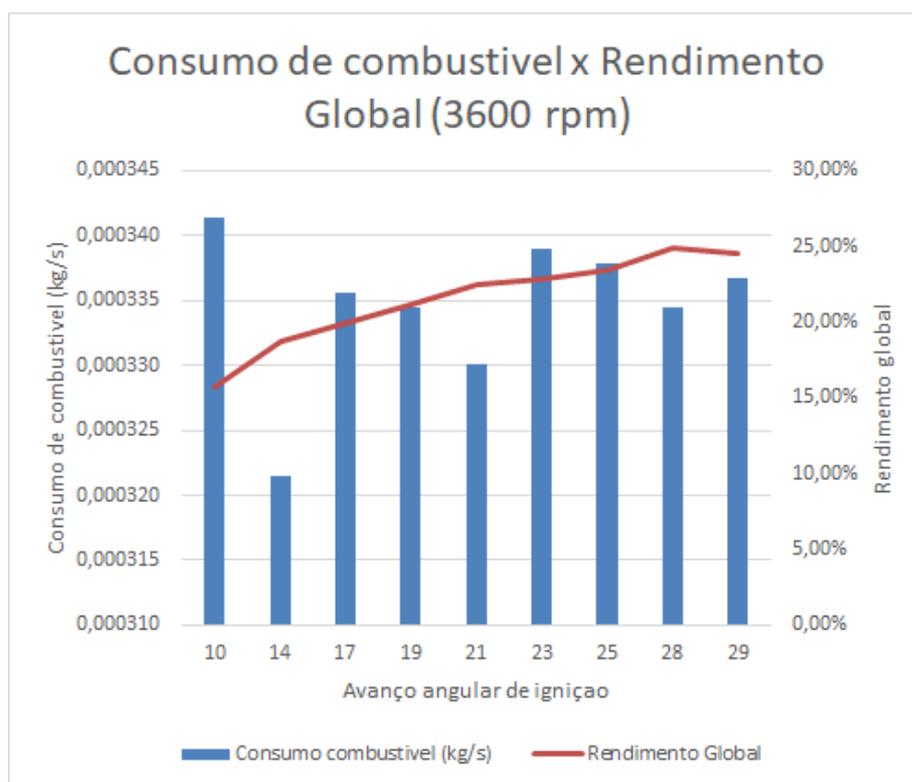
Antes de serem tomados os dados, foi definido o conceito de avanço angular de ignição como sendo graus de rotação da cambota antes do ponto morto superior (altura em que a compressão é máxima) onde é dada a faísca. A esta antecipação da faísca dá-se o nome de avanço de ignição.

## Resultados e Discussão



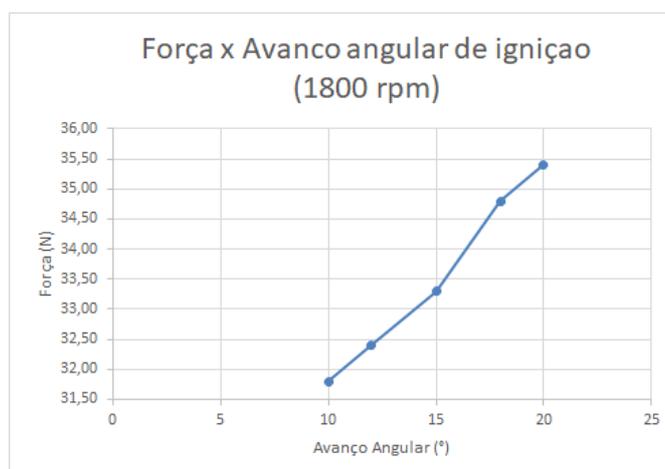
**Figura 07:** Gráfico representando o consumo de combustível e rendimento global, em porcentagem (eixo Y) pelo avanço angular de ignição, em graus (eixo X).

O avanço angular mais favorável seria o de 20° em 1800 rpm, já que tem o melhor rendimento global com menor taxa de consumo de combustível quando comparado aos avanços angulares menores. Se o avanço angular for maior que 20°, a configuração de 1800 rpm causa explosões irregulares no motor, chamadas de “knocks” ou auto-ignições, e, portanto, não podem ser utilizadas continuamente.

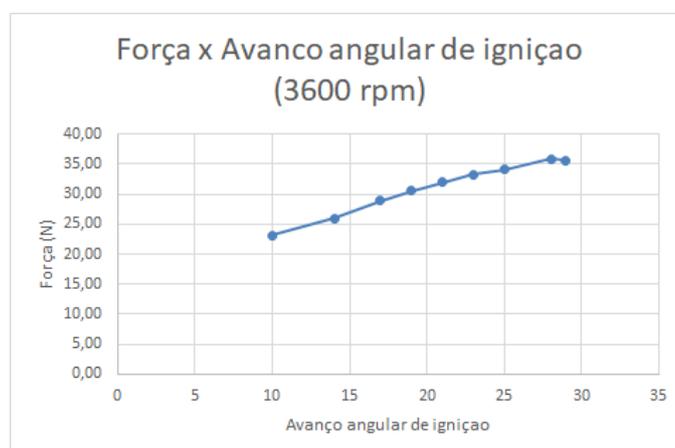


**Figura 08:** gráfico representando o consumo de combustível, em quilogramas por segundo e rendimento global, em porcentagem (eixo Y) pelo avanço angular de ignição, em graus (eixo X).

Ao tratar da configuração de 3600 rpm, maiores avanços angulares são permitidos, assim como a possibilidade de dados coletados, uma vez que o risco de ocorrer um “*knock*”, ou uma auto-ignição é menor devido a alta velocidade angular do motor. A partir dos dados contidos no gráfico acima, é possível chegar à conclusão que o avanço angular que obtém o mais alto rendimento é o de 28°. Entretanto, é indispensável a observação do destaque na relação entre consumo de combustível e rendimento global que se encontra no avanço angular de 14°.



**Figura 9:** Gráfico representando Força, em Newtons (eixo Y) pelo avanço angular, em graus (eixo X).

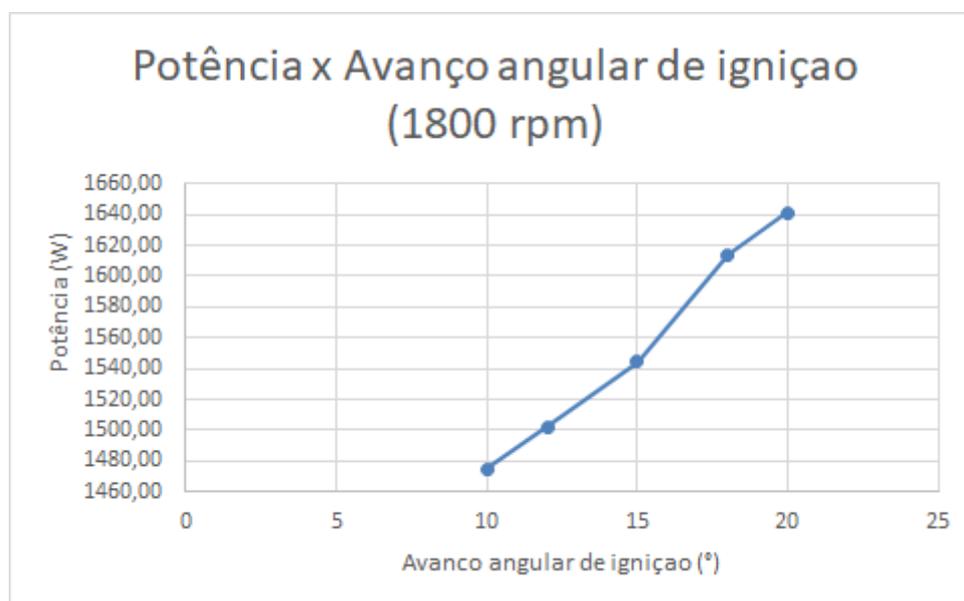


**Figura 10:** Gráfico representando a Força, em Newtons (eixo Y) pelo avanço angular, em graus (eixo X).

Observados os gráficos acima, torna-se evidente que, a 1800 rpm, quanto maior o avanço angular, em graus, maior é a força resultante do funcionamento do motor. É importante ressaltar que foi necessário dobrar o valor do avanço angular (de 10° para 20°), de modo a aumentar a força em 4 newtons (de 31,5 ao início, para 35,5 ao final do ensaio). Tem-se, então, que o ponto ótimo para o desempenho do motor do ponto de vista de força gerada, a 1800 rpm, é 20°. Sendo que depois desse ponto, a força gerada diminuirá, formando um gráfico em forma de parábola.

Em contrapartida, ao analisar o segundo gráfico, chega-se à conclusão de que na configuração de 3600 rpm, o avanço regular de 28° é o mais favorável em desempenho, confirmando a afirmação já estabelecida, já que além do melhor

rendimento global, é alcançada uma maior força nesse estado. Novamente, após atingir o ponto ótimo de 28°, a força gerada diminuirá.



**Figura 11:** Gráfico representando a potência, em watts (eixo Y) pelo avanço angular de ignição, em graus (eixo X)

O avanço angular de 20° corresponde à maior potência, da mesma forma que esse avanço corresponde ao maior rendimento. A partir dessa potência de aproximadamente 1640 W e da velocidade angular do motor, é possível deduzir a corrente e a tensão formada em um circuito com um gerador acoplado ao motor. Este circuito demonstrará a capacidade de geração energética das configurações ótimas de avanço de ignição do motor. Vale lembrar a equação que define a potência em um circuito, ou seja,

$$P = V \times i$$

Onde:

$P$  = Potência

$V$  = Diferença de potencial ou tensão

$i$  = Corrente

Para descobrir a tensão e a corrente desse circuito, é necessário a análise a partir da Lei de Ohm. Esta é:

$$V = i \times R$$

Onde:

$V$  = Diferença de potencial

$i$  = Corrente

$R$  = Resistência

Tendo um circuito arbitrário em mente, já que múltiplos resistores podem ser associados em paralelo ou em série até que se igualem a um circuito com apenas um resistor,

$$V = i \times R_{eq}$$

A partir da primeira Lei de Ohm e da relação entre potência, ddp e corrente, chega-se na expressões:

$$P = i^2 \times R_{eq} \text{ e}$$

$$P = V^2 \times \frac{1}{R_{eq}}$$

Isolando as incógnitas, tem-se:

$$i = \sqrt{P \times \frac{1}{R_{eq}}}$$

$$V = \sqrt{P \times R_{eq}}$$

Portanto, esse valor de potência geraria uma corrente e ddp dependentes da resistência do circuito. Assumindo uma resistência equivalente de  $400\Omega$ , valor comum para a resistência de uma lâmpada incandescente, por exemplo, a ddp será de aproximadamente 405V, já a corrente será de 4,05A.

Em termos mais práticos, essa potência de 1640W poderá acender aproximadamente 25 lâmpadas fluorescentes de 65W simultaneamente, em condições ideais.

## Conclusão

Neste sentido, após todos os ensaios realizados, concluiu-se que existe uma relação direta entre o avanço angular de ignição e o rendimento global do motor usado. Tornou-se evidente que, a medida que o ângulo aumenta, maior é seu rendimento global e, por consequência, maior a potência mecânica gerada. Todavia, isso não se aplica a todos os casos, uma vez que chegando no ponto ótimo do motor, ou seja, o de maior rendimento, qualquer aumento no avanço acarretará em uma perda de eficiência do motor.

Reunindo os dados relacionados ao rendimento global, conclui-se que o avanço ideal é de  $20^\circ$  referente ao motor rodando em 1800 rpm, resultando em um

rendimento global de 27,45%, e de 28° quando o motor roda a 3600 rpm, fornecendo um rendimento global de 24,89%

A mesma tendência é representada pelos gráficos de avanço por força, uma vez que a segunda sobe à medida que o primeiro aumenta até o ponto em que se ultrapassa o ângulo ideal, a partir do qual a força diminui. Esse ponto de “viragem” fica evidente na imagem 5 onde há um decréscimo na força do ponto de avanço 28 para o 29.

Assim, pode-se concluir que o avanço angular ideal e a força resultante deste são, respectivamente, 20 graus e 35,4 N para o motor rodando a 1800 rpm, e 28 graus 35,9 N quando o motor está funcionando a 3600 rpm.

Já em relação aos gráficos de avanço x potência, a relação entre ambas as grandezas é a mesma verificada nos outros casos, onde o gráfico sobe até o ponto ótimo e decresce a partir desse ponto. A partir deles concluiu-se que seria possível acender, simultaneamente, 25 lâmpadas fluorescentes de 65W utilizando a potência proveniente do motor.

É interessante mencionar também que todos os objetivos, tanto geral como específicos foram atingidos ao longo da pesquisa, de tal modo que a única dificuldade encontrada foi a mudança no rumo do projeto, por conta da inviabilidade de construção de um motor de stirling, como foi pensado inicialmente.

## Referências

DUSCHITZ, Alexandre., et al. **Medição de Potência de um motor utilizando um Dinamômetro composto de um Dínamo DC**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Mecânica, 2007. Disponível em: <[http://143.54.70.55/medterm/20071/G4\\_potencia\\_motor\\_dois\\_tempos.pdf](http://143.54.70.55/medterm/20071/G4_potencia_motor_dois_tempos.pdf)> Acesso em: 1 set. 2020.

SHAPIRO, Howard. **Princípios da Termodinâmica para Engenharia**. Editora LTC. pp. 390 (Capítulo 9) <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-de-sergipe/termodinamica-para-engenharia-mecanica/outro/moran-e-shapiro-principios-da-termodinamica-7aed/5416237/view> Acesso em 25 out. 2020.

GOSWAMI, D. Yogi. **The CRC Handbook of Mechanical Engineering Second Edition**. CRC Press, 2004. p. 233-234. Disponível em: <<https://www.engineeringbookspdf.com/download/?file=5508>> Acesso em: 10 jun. 2020.

BOYLESTAD, Robert L. **Análise de Circuitos**. Disponível em:  
[https://www.academia.edu/35320555/Analise\\_de\\_Circuitos\\_Robert\\_L\\_Boylestad\\_12a\\_Ed\\_pdf](https://www.academia.edu/35320555/Analise_de_Circuitos_Robert_L_Boylestad_12a_Ed_pdf) Acesso em 25 out. 2020.

MUTLU, M., et al. **Effects of piston speed, compression ratio and cylinder geometry on system performance of a liquid piston**. Uludag University, 2016. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/287704492\\_Effects\\_of\\_piston\\_speed\\_compression\\_ratio\\_and\\_cylinder\\_geometry\\_on\\_system\\_performance\\_of\\_a\\_liquid\\_piston](https://www.researchgate.net/publication/287704492_Effects_of_piston_speed_compression_ratio_and_cylinder_geometry_on_system_performance_of_a_liquid_piston) Acesso em 26. out. 2020.

SUPRIYONO, S., et al. **The Development of Engine Control Module Manipulator Module Based on Arduino to Increase Power and Torque of Motorcycle Engine**. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/338687874\\_The\\_Development\\_of\\_Engine\\_Control\\_Module\\_Manipulator\\_Module\\_Based\\_on\\_Arduino\\_to\\_Increase\\_Power\\_and\\_Torque\\_of\\_Motorcycle\\_Engine](https://www.researchgate.net/publication/338687874_The_Development_of_Engine_Control_Module_Manipulator_Module_Based_on_Arduino_to_Increase_Power_and_Torque_of_Motorcycle_Engine) Acesso em 26. out. 2020.

## H7 - ENERGIA SOLAR NOS BUNKERS SUSTENTÁVEIS

Fabiane Hase, Isabela Costa, Juliana Galli Monteleone, Raquel Ferreira Magnanini

Professora Orientadora: Marta Rabello

---

### Resumo

O objetivo deste projeto é restaurar o meio ambiente sem qualquer intervenção humana com a construção de bunkers. Sendo os bunkers o principal motivo desta pesquisa, ter a energia sustentável como recurso é essencial quando se trata deste tema. Encontrar maneiras de gerar energia seria crucial, pois os bunkers são subterrâneos. Portanto, a energia solar seria uma ótima alternativa pelo fato de ser sustentável e limpa. Em primeiro lugar, para reconhecer o melhor clima e horário do dia para obter energia solar, a utilização do aplicativo “LUX Light Meter FREE” foi de extrema importância. Ele determinou a luminosidade de cada horário do dia e lugar. Além disso, foi hipotetizado que quando a câmera do aplicativo apontasse diretamente para uma nuvem, a intensidade da luz aumentaria, provavelmente devido ao reflexo causado pela cor branca das nuvens. Para uma melhor absorção da luz, é necessário um local aberto - onde a luz reflete e poucos pontos sombreiam o local - então, os painéis solares do bunker devem ter acesso a todas essas condições ambientais. Em suma, esta pesquisa otimizaria a obtenção de energia solar e possibilitaria atividades que demandem eletricidade dentro dos bunkers.

**Palavras chave:** energia solar, bunker, luminosidade, energia, painel solar

---

### Abstract

The aim of this project is to restore the environment without any human intervention with the construction of bunkers. With bunkers being the main reason for this research, having sustainable energy as a resource is essential when it comes to this topic. Finding ways to generate energy would be crucial as bunkers are underground. Therefore, solar energy would be a great alternative due to the fact that it is sustainable and clean. First of all, to recognize the best weather and time of the

day to obtain solar energy the utilization of the app “LUX Light Meter FREE” was of the utmost importance. It determined the luminosity of each time of the day and place. Moreover, it was hypothesized that when the camera of the app pointed directly at a cloud, the intensity of the light would increase, probably due to the reflection caused by the color white. For a better absorption of light, an open location is needed- where the light reflects and few points shade the place- then, the bunker's solar panels must have access to all these environmental conditions. To sum up, this research would optimize the attainment of solar energy and make activities that require electricity possible within the bunkers.

**Key Words:** solar energy, bunker, luminosity, energy, solar panel

---

## Introdução

A importância do projeto dos bunkers para o planeta seria a capacidade de por meio deles, restaurar a biodiversidade sem a presença dos seres humanos na superfície. A tendência é de que com o passar do tempo o ser humano prejudique cada vez mais o ambiente - com desmatamento, poluição, esgotamento de recursos naturais, entre outros - um projeto para compensar o dano feito a natureza deveria ser elaborado. Com o avanço da tecnologia e meios efetivos de captação de energia limpa, como a solar, a mudança das pessoas para os bunkers seria possível (Marini et al, 2005).

A tecnologia de inovação dos bunkers é necessária por conta do bem que causará ao meio ambiente durante a ausência do ser humano. Nos últimos anos, cientistas vêm estudando os efeitos colaterais das grandes ilhas de plástico despachadas no Oceano, as consequências do aquecimento global e o futuro da biodiversidade caso a ação humana continue impactando negativamente o planeta dessa maneira. Este estudo foca exatamente na pausa total das alterações urbanas, deixando o mundo se renovar para que em um futuro distante possamos recuperar a convivência legítima e harmônica entre os seres vivos. “A gestão dos recursos hídricos e energéticos são os principais desafios que a sociedade contemporânea enfrenta atualmente. Água e energia são fatores fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades, principalmente aquelas situadas

em locais remotos, e nesse cenário, a falta de energia é o aspecto mais preocupante.” (Carvalho, 2016).

### **Fundamentação teórica**

Os bunkers são construídos em buracos subterrâneos com no mínimo 2 metros de profundidade e com paredes grossas e resistentes feitas de concreto armado e vergalhões de aço. Dentro deles as pessoas montam sistemas de água, de ar e energia e estoques de comida em latas.

A energia mais viável seria a energia solar, porque ela é uma energia renovável e sustentável, não precisa de manutenção, é fácil e prático de instalar e também é um ótimo investimento econômico por que ela tem vida útil de 20 anos mais ou menos, o que também é uma vantagem para um bunker no caso de pessoas passarem muitos anos lá dentro.

Para ser possível o uso da energia solar, é necessária a presença de uma célula fotovoltaica, que é indispensável na conversão da energia solar em elétrica. Nela há semicondutores geralmente feitos de silício, que é abundante e ideal para o uso em energia solar. Alguns materiais produzem eletricidade quando são expostos à luz, porque seus elétrons são atingidos por fótons, e se materiais condutores forem inseridos dos lados positivos e negativos eles conseguem formar um circuito de eletricidade.

A eficiência de uma célula fotovoltaica é medida pela razão da energia que recebe e a que converte em eletricidade, que é medida em porcentagem. A energia solar tem uma eficiência que varia entre 6 e 21%, porém pesquisas estão sendo feitas para aumentar essa porcentagem de eficiência.

**Imagem 1:** Painel solar

<https://www.portalsolar.com.br/tudo-sobre-a-eficiencia-do-painel-solar.html>



## Objetivos

### Objetivo Geral:

Comprovar se é possível fornecer energia solar para bunkers subterrâneos

### Objetivos específicos:

Estudar o funcionamento da captação de energia solar;

Estudar a transformação de energia solar em energia elétrica;

Analisar a variação de luminosidade dependendo das coordenadas do local e horário ao longo do dia.

## Material e método

Primeiro, é baixado o aplicativo em diferentes celulares, chamado “LUX Light Meter FREE”, esta seria a constante. Em seguida, escolhe-se um ponto fixo, sem muita reflexão solar- como acontece em ladrilhos e azulejos- para agir como controle do experimento.

O experimento funciona da seguinte maneira: Após baixar o aplicativo e escolher um ponto fixo no céu, por exemplo, deve-se escolher diferentes horários no dia para medir o brilho solar emitido. Quanto mais horários medindo a luz, há uma maior quantidade de dados. Foram medidos 3 horários diferentes para esse experimento. Comparando os diferentes brilhos em diferentes posições, é possível observar que em diferentes horas, dias e locais, a intensidade varia. Ao comparar

resultados de diferentes pessoas fazendo o mesmo experimento, chega-se a um resultado mais preciso, gerando um maior entendimento sobre o tópico, influenciando o projeto positivamente.

### Imagem 2: Aplicativo



**LUX Light Meter FREE**

Utilidades

★★★★★ 1

## Resultados e discussão

**Tabela 1** ESTUDO DA VARIAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA DEVIDA A LUZ DO SOL AO LONGO DO DIA (VERSÃO CORRIGIDA E ATUALIZADA)

		23,53S/46,6 8W	A/ N/ C	23,60S/46, 70W	A/ N/ C	23,61S/46, 65W	A/ N/ C	23,65S/46,7 1w	A/ N/ C	24,10S/46, 50W	A/ N/ C
DIA	HORA	JULIANA		FABIANE		RAQUEL		ISABELA		PROF	
LOCA L		piscina		terraço		quintal		quintal		quintal	
SEG 31/08	11h	119239 lx	N	88808 lx	N	122957 lx	A	118583 lx	A	57000 lx	N
	15h	145682 lx	A	43822 lx	A	14755 lx	N	18569 lx	N	10670 lx	N
	18h	15 lx	N	335 lx	N	0 lx	C	414 lx	C	157 lx	C
TER 01/09	11h	129591 lx	N	115052 lx	A	42719 lx	A	95371 lx	A	31571 lx	N
	15h	131697 lx	N	41321 lx	N	20805 lx	N	85439 lx	N	55460 lx	N
	18h	22 lx	N	295 lx	N	64 1x	A	473 lx	N	120 lx	N
QUA 02/09	11h	485261 lx	A	79715 lx	N	50876 lx	A	199604 lx	N	32769 lx	N
	15h	112484 lx	N	22347 lx	N	12622 lx	A	92374 lx	N	25678 lx	N
	18h	22 lx	N	396 lx	A	67 lx	A	568 lx	N	113 lx	N
QUI 03/09	11h	492392 lx	A	41321 lx	A	398756 lx	A	327140 lx	A	131457 lx	N
	15h	63210 lx	A	27956 lx	A	18658 lx	A	168942 lx	A	38543 lx	N

	18h	24 lx	A	406 lx	A	59 lx	A	893 lx	A	513 lx	N
--	-----	-------	---	--------	---	-------	---	--------	---	--------	---

Unidade de medida = lux (unidade de medida de intensidade luminosa por unidade de área no Sistema Internacional) (lx)

A = aberto

N = nublado

C = chuvoso

## Conclusão

Ao direcionar a câmera do celular para um ponto fixo todos os dias e em horários fixos, notou-se que nos dias mais nublados, a intensidade luminosa calculada pelo aplicativo, em geral, eram valores mais altos do que nos momentos onde o céu estava aberto. Criou-se a hipótese de que esse efeito foi causado pela reflexão da luz solar nas nuvens brancas, que fazem parecer que o dia está mais claro, porém ainda não se sabe ao certo o motivo disso ter acontecido. Após as seis da tarde, não é mais possível contar com a eficácia dos painéis solares, então seria necessário que a energia fosse estocada em uma bateria para que ela seja usada no período noturno.

## Referências

Shayani, R. A., Oliveira, M. D., & Camargo, I. D. T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. In Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE). Brasília (p. 60). (2006, June)

CARVALHO, Rodrigo Delalibera. Aspectos econômicos e ambientais em sistemas de abastecimento de água usando energia solar fotovoltaica e captação subterrânea. Repositório Institucional UFSC programa pós – graduação em Engenharia Ambiental, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/167988>

MARINI, José A.; ROSSI, Luiz A. Sistematização do dimensionamento técnico e econômico de sistemas fotovoltaicos isolados por meio de programa computacional. Revista SciELO, Eng. Agríc. vol.25 no.1 Jaboticabal. Janeiro / Abril de 2005.

Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-69162005000100008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-69162005000100008&script=sci_arttext)

AZEVEDO, Fernando Araújo de. Otimização de rede de distribuição de energia elétrica subterrânea reticulada através de algoritmos genéticos. Revista Dspace coleção dissertações, 2010-11-29. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/24884> acesso em 17 de março de 2020

SUKHATME, S P; NAYAK, J K. Solar Energy. Fourth Edition. McGraw-Hill Education: Sukhatme, 2017

## 15 - EFICIÊNCIA DA ENERGIA SOLAR EM MARTE

Gustavo Henrique, Ian Junji, Mariana Leal, Murilo Basso e Pedro Figueiredo

Professor orientador: Renato Pacheco Villar

---

### Resumo

Diante do crescente problema de esgotamento dos recursos naturais na Terra, foi proposta a ida à Marte, visando uma futura colonização. Entretanto, para a obtenção de energia, foi escolhida a fonte solar, uma vez que esta é renovável, não poluente e uma das mais conhecidas atualmente. Com o principal objetivo de encontrar os melhores lugares para a instalação de placas solares em Marte, foi realizado um experimento onde pontos na Terra foram escolhidos, alterando apenas as latitudes e longitudes. Como resultado, foi descoberto que a maior incidência solar ocorria quando a latitudes era mais baixa, enquanto a não afetou o resultado. Em seguida foi realizado o segundo experimento que consistia em transpor os resultados para Marte. Em média a incidência solar de energia na Terra é de  $1400 \text{ W/m}^2$  e após a aplicação na fórmula do Inverso do Quadrado da Distância, chegou-se à conclusão de que se incidia  $616 \text{ W/m}^2$ , sendo assim possível, com a eficiência da placa, calcular quantas das mesmas seriam necessárias para obter a energia necessária.

**PALAVRAS-CHAVE:** Marte, Energia solar, Placa solar, Latitude, Longitude e Incidência solar.

---

### Abstract

In view of the growing problem of depletion of natural resources on Earth, it was proposed to go to Mars, aiming at future colonization. However, to obtain energy, the solar energy source was chosen, since it is renewable, non-polluting and one of the most known nowadays. The main purpose was to find the best places for the installation of solar panels on Mars, an experiment was carried out where points on Earth were chosen, changing only latitudes and longitudes. As a result, it was found that the highest solar incidence was when latitude was at its lowest, while longitude did not affect the result. Then the second experiment was carried out, which consisted

of translating the results to Mars. On average, the solar energy incidence on Earth is  $1400 \text{ W / m}^2$  and after applying the Inverse Square Distance formula, it was concluded that  $616 \text{ W / m}^2$  was applied, thus being possible, with the efficiency of the plate, calculate how many of them would be necessary to obtain the necessary energy.

**KEY-WORDS:** Mars, Solar energy, Solar plate, Latitude, Longitude and Solar incidence

---

## Introdução

Atualmente, com o crescente individualismo do homem, a preocupação com o meio ambiente está cada vez menor. Como consequência, diversas fontes não renováveis de energia, como petróleo e carvão mineral, estão perto de chegar a seu fim. Como solução para este problema, vários cientistas vêm pensando em colonizar Marte e enviar parte da população para lá, o que reduziria a poluição da Terra e possibilitaria a busca de novos recursos naturais.

Entretanto, para iniciar uma habitação em um novo planeta, uma das maiores necessidades é a obtenção de energia. Como alternativa para esse problema, uma questão fundamental que deve ser estudada é sobre a eficiência de fontes alternativas na geração de energia elétrica. Dentre essas energias destaca-se a solar.

## Características físico-químicas de Marte

Marte é o quarto planeta mais próximo do Sol e é o segundo menor planeta do sistema Solar depois de Mercúrio. Também é chamado de planeta vermelho, e sua coloração avermelhada é resultado da presença de óxido de ferro em sua superfície. A superfície de Marte é composta principalmente de basalto toleítico, rochas ígneas vulcânicas embora parte seja mais rica em sílica que o basalto típico e possa ser semelhantes às rochas andesíticas da Terra ou ao vidro de sílica. Seu núcleo está envolto por um manto de silicato, o qual ocasionou muitos acidentes tectônicos e vulcânicos no planeta. Além do silício e do oxigênio, os elementos mais abundantes na crosta marciana são ferro, magnésio, alumínio, cálcio e potássio.

É um planeta muito frio e rochoso. Devido a sua fina atmosfera, as temperaturas são baixas, de cerca de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , tendo como média  $-60 \text{ }^\circ\text{C}$ , chegando até

cerca de  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante à noite. Suas camadas são compostas por atmosfera, crosta, manto e núcleo. Sua atmosfera é muito fina e é composta principalmente por gás carbônico (contendo, em menor quantidade, nitrogênio, oxigênio, argônio, e etc). (Gouveia, 2019)

Além disso, o planeta possui dois satélites naturais, conhecidos como "as duas luas de Marte", os quais são considerados asteroides que foram capturados pela gravidade de Marte. Na superfície do planeta são encontradas calotas polares formadas por água e dióxido de carbono, e em 2015, a NASA revelou a existência de água salgada nas encostas das montanhas do planeta. (Rosimar Gouveia, 2019)

O período de rotação e os ciclos sazonais de Marte são semelhantes aos da Terra, assim como é a inclinação que produz as suas estações do ano.

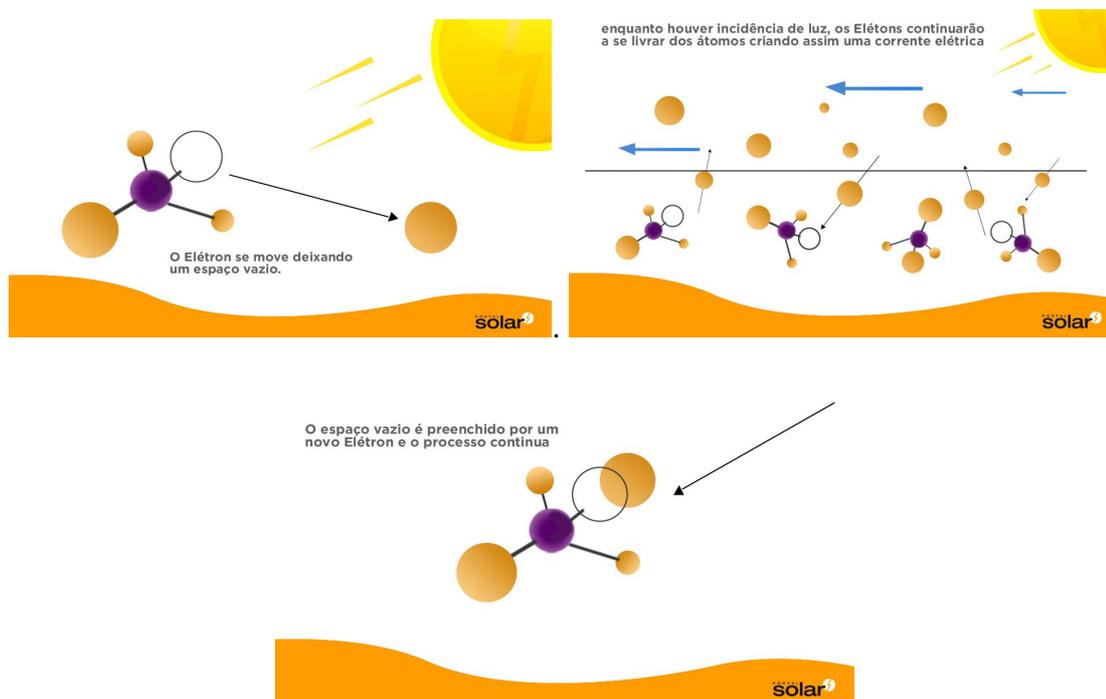
### **Fontes de energias sustentáveis: A energia solar**

Tratando sobre fontes de energia solar, estas são placas ou painéis solares compostas por células fotovoltaicas, fabricadas de materiais semicondutores, pois tem a particularidade de possuir a sensibilidade para absorver energia solar. O principal exemplo deste tipo de material é o silício. As fontes captam a luz proveniente do sol e geram energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico.

A geração de corrente elétrica pelos painéis solares ocorre quando os fótons (partículas de luz solar) colidem com os átomos do material do painel solar, ocasionando, assim, o deslocamento dos elétrons. Este fluxo produz a chamada Energia Solar Fotovoltaica.

Os painéis solares possuem massas muito variadas, existindo painéis de 100 quilos e micropainéis de 10 gramas. A potência é de até 140 Watts e a vida média é de cerca de 25 anos. Além disso, gera em torno de 17 Volts de energia elétrica, que pode ser utilizada para diversos fins.

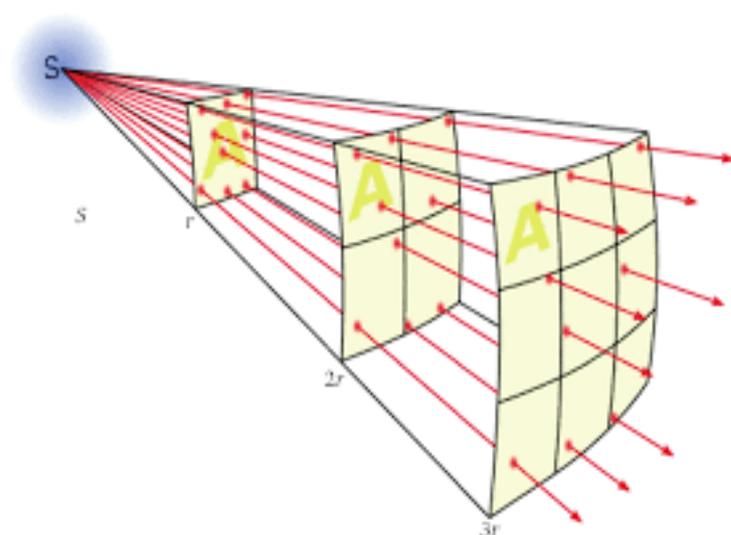
O processo do funcionamento de um painel solar está esquematizado nas imagens que seguem:



Figuras 1: Funcionamento de uma placa solar fotovoltaica. Fonte (Portal Solar), disponível em: [https://www.google.com.br/amp/a/s/www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html/amp?ampru=https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html/amp?gclid%3DEAlalQobChMlvojlkfn06QIVhoiRCh0kEAZ0EAAYBCAAEglAP\\_D\\_BwE&AFO-QzN51ORvSDVCUAVWtzpahltlwOxVFg](https://www.google.com.br/amp/a/s/www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html/amp?ampru=https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html/amp?gclid%3DEAlalQobChMlvojlkfn06QIVhoiRCh0kEAZ0EAAYBCAAEglAP_D_BwE&AFO-QzN51ORvSDVCUAVWtzpahltlwOxVFg) Acesso em: 3 jun. 2020.

## A relação entre intensidade luminosa e distância

### TEORIA



Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol14/Num1/fne-14-1-a04.pdf> Acessado em 20 out 2020.

Essa proporção demonstra que a intensidade de luz é igual a 1 dividido pelo quadrado da distância. No caso, foi aplicada com os valores da distância aproximada da Terra ao Sol (1 UA) e da distância aproximada entre Marte e o Sol (1,5 UA).

Ela ocorre já que a área de uma superfície que recebe a luz de uma fonte (como demonstrado na figura acima) é calculada por  $2 \cdot \pi \cdot r^2$  sendo “r” o raio (distância da fonte até a área em questão), como ele varia exponencialmente, a distância também deve.

## Objetivos

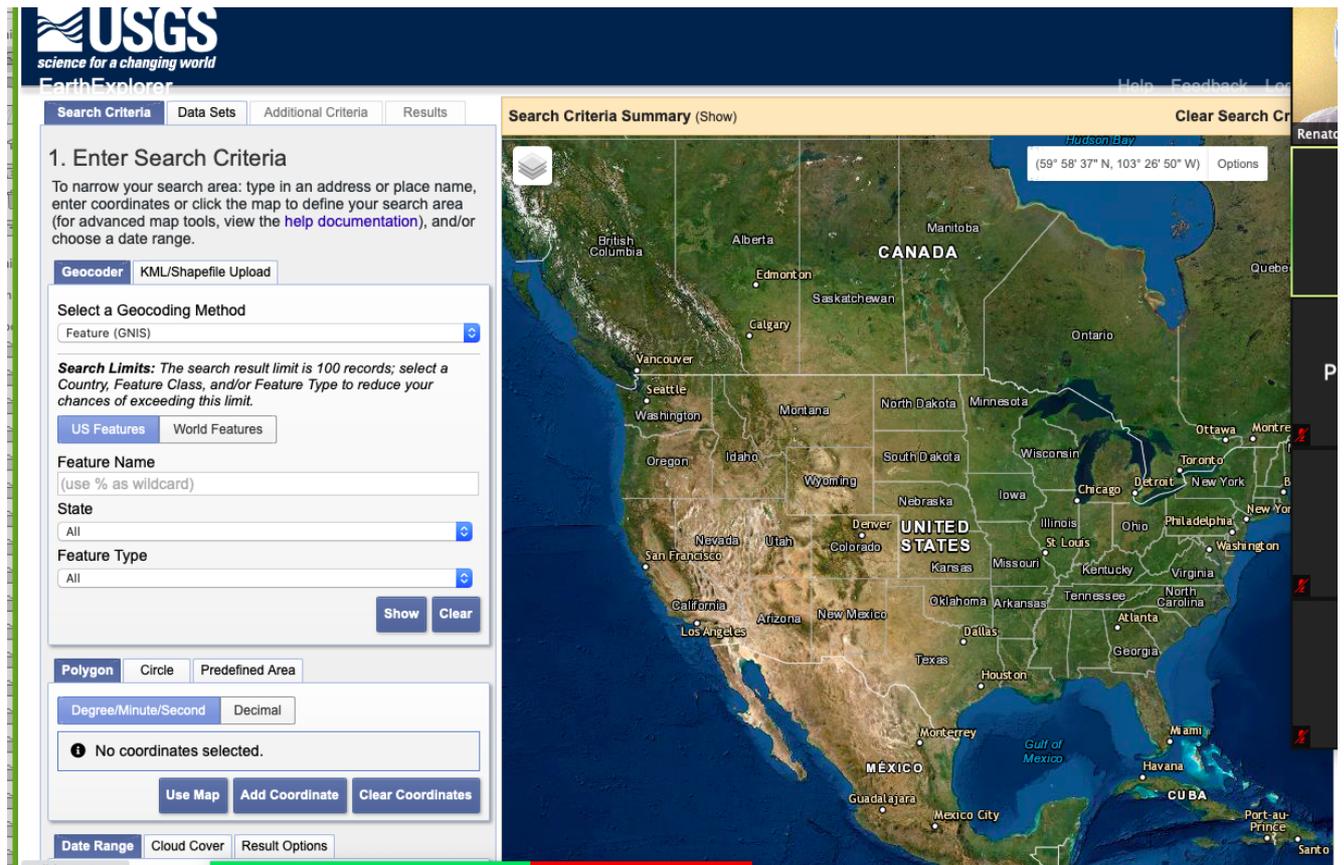
### Objetivo Geral:

Analisar a melhor angulação de instalação de painéis solares em Marte, visando maximizar sua eficácia.

### Objetivos Específicos:

- Aprofundar os estudos sobre a atmosfera de Marte;
- Pesquisar sobre a incidência de raios solares na superfície do planeta vermelho;
- Estudar as placas fotovoltaicas;
- Simular a atmosfera marciana
- Realizar experimentos com diferentes angulações da luz do sol (simulação);m
- Criar um gráfico de “Angulação x Energia Obtida”;
- Determinar a angulação em que os painéis são mais eficientes;
- Determinar a melhor latitude para a instalação da placa.

## Materiais e Métodos



- 1 computador com Excel

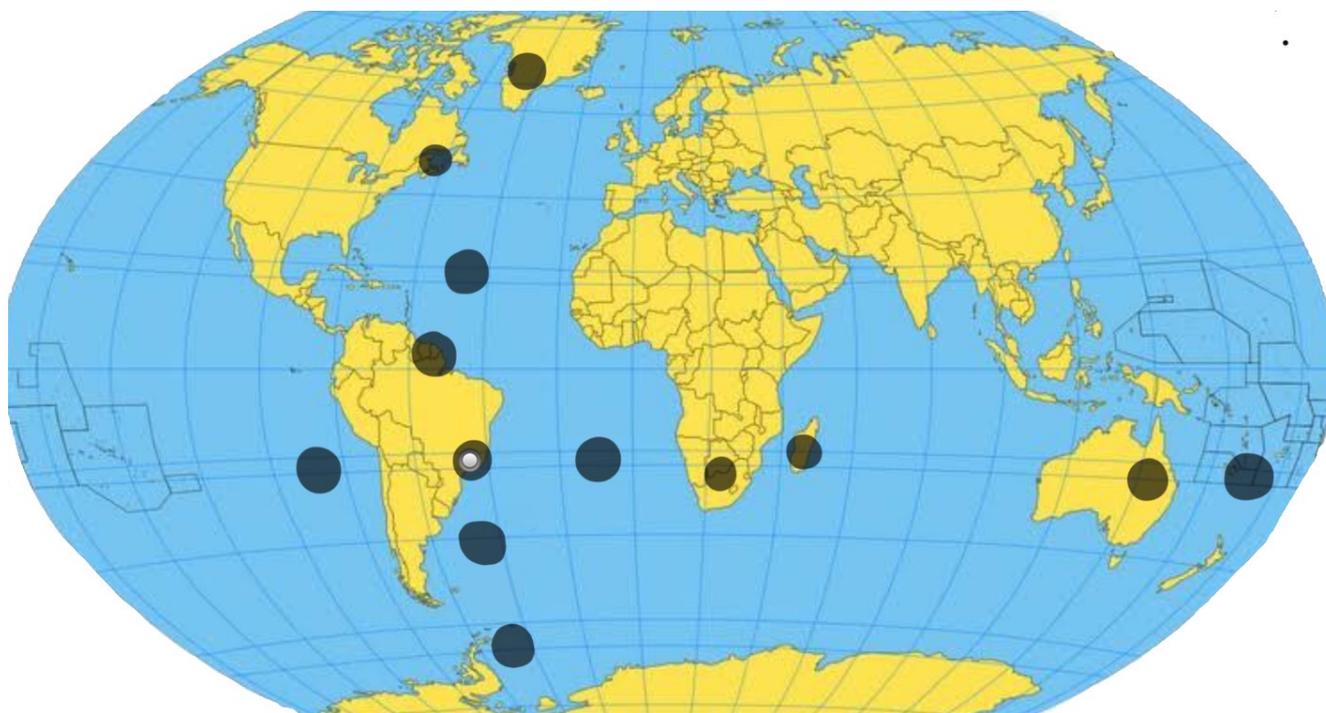
Seguir o passo a passo indicado no seguinte link:  
<https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/think-green-utilizing-renewable-solar-energy/>;

Passo a passo descrito:

- 1- Ir para a categoria “Procedures”
- 2- Escolher um ponto base, e, depois, alguns pontos (recomenda-se doze) espalhados pelo mundo que variem apenas latitude ou longitude em relação ao ponto base, visando considerar apenas uma variável.
- 3 - Anotar as latitudes e longitudes e, com o auxílio da tabela presente no site, anotar os valor de incidência (dados em  $\text{Watts/m}^2$ ).
- 4- Anotar os resultados e passar para o Excel;
- 5- Com os dados obtidos, criar gráficos informativos e comparativos.

Visando maximizar a eficiência na implementação de painéis solares em Marte para uma base numa possível exploração espacial, realizou-se um estudo sobre a relação entre a posição geográfica na Terra (Latitude e Longitude) e posteriormente, a partir de um modelo matemático, calculou-se os valores correspondentes em Marte.

Para isso, selecionou-se pontos na terra de mesma latitude e mesma longitude a fim de compreender como que estas variáveis influenciam na intensidade solar, conforme a figura abaixo. O critério para selecionar estes pontos foi escolher um ponto base (próximo ao Colégio Bandeirantes) e, a partir dele, eleger alguns pontos alterando apenas a latitude e mantendo a longitude. Depois, foram escolhidos outros pontos mantendo uma mesma latitude e mudando somente a longitude.



Legenda:

● - ponto base escolhido

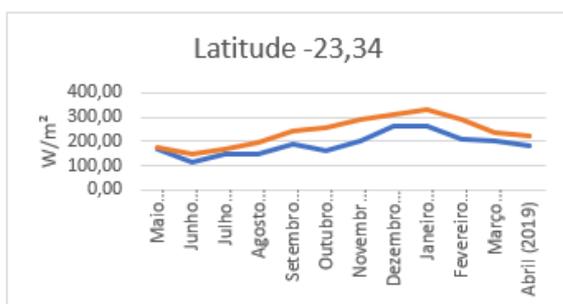
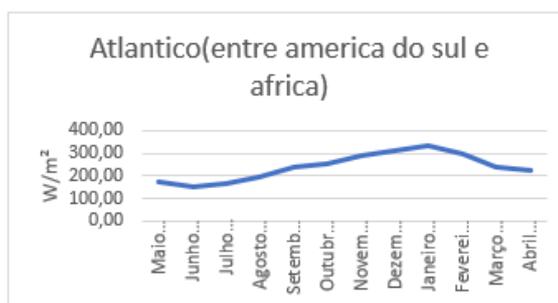
Para transpor estes resultados para Marte, foi necessário calcular a relação entre a intensidade solar média na Terra e a intensidade solar média em Marte. Para

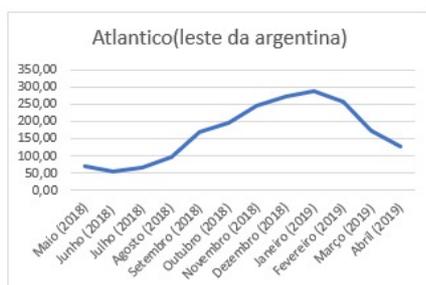
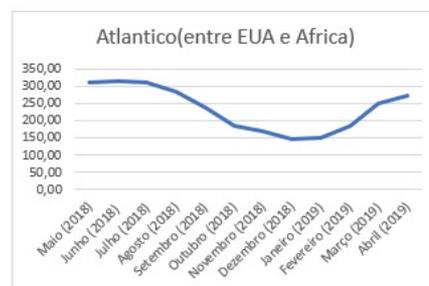
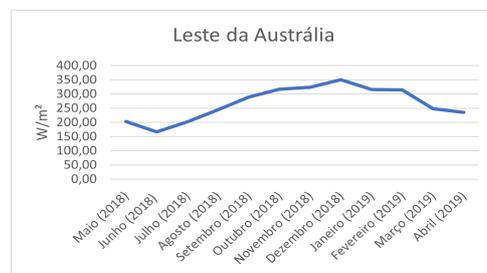
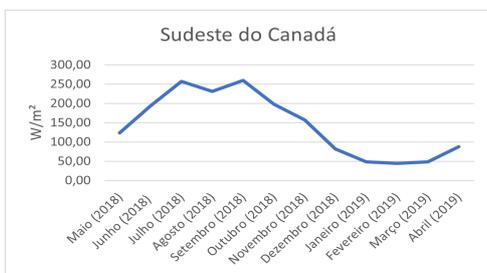
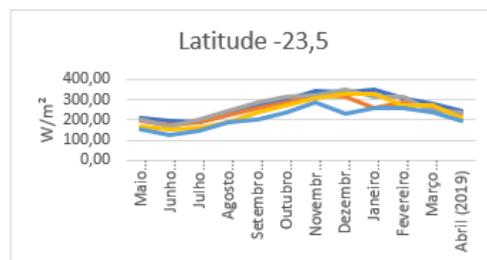
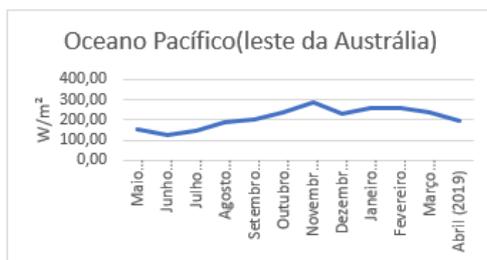
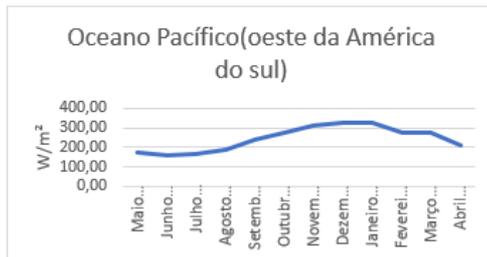
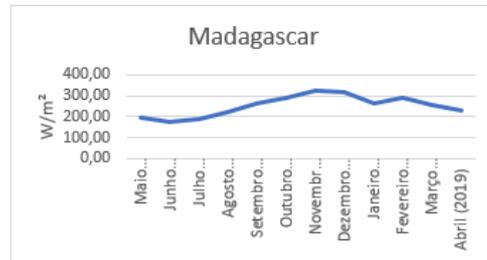
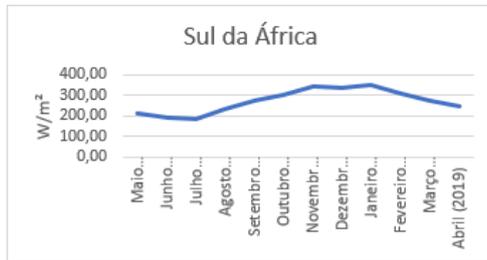
isso, aplicamos o modelo matemático do Inverso do Quadrado da Distância, descrito em 1.3 na introdução.

## Resultados e Discussão

A seguir estão os gráficos de incidência solar de diferentes pontos ao redor do mundo, durante o período de 1 ano.

Link do Excel: [https://colbandcom-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/a250293\\_alunos\\_colband\\_com\\_br/Ecpkp14QP91BsSkhwcZhVbgB3qHJwqwFcax9yyXOD0\\_RNq?e=Mv5OPp](https://colbandcom-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/a250293_alunos_colband_com_br/Ecpkp14QP91BsSkhwcZhVbgB3qHJwqwFcax9yyXOD0_RNq?e=Mv5OPp)







Os gráficos demonstram a variação de energia em um período de um ano. Os que apresentam apenas uma linha se refere à incidência solar em uma região, enquanto os gráficos que apresentam mais de uma são uma união para que seja possível uma comparação mais fácil.

Após analisar os gráficos pode-se concluir que a maior incidência solar foi vista quando os pontos estavam com menor latitude, ou seja, próximo da linha do Equador, já a variação provocada pela longitude pode ser explicada por especificidades dos locais escolhidos e variáveis que não foram consideradas, como a grande reflexão provocada por nuvens, onde os agentes deixam de ser do macro e passam a ser do microclima,

Também é importante destacar que a inclinação de eixo terrestre e as estações do ano influenciaram na quantidade de luz que incidia nos diferentes meses ao longo do experimento.

Com esses resultados foi realizado o segundo experimento, que consistia em transpor os resultados obtidos para Marte. Utilizando o teorema do Inverso do Quadrado da Distância, e sabendo que a incidência média de calor na Terra, em  $\text{Watts/m}^2$ , é de 1400, foi concluído que a incidência solar média em Marte é 44% do que incide na Terra, equivale  $616 \text{ Watts/m}^2$ .

Com isso, podemos estipular quantas placas serão necessárias para obter o rendimento necessário caso haja uma exploração no planeta vermelho. É importante ressaltar que nesse experimento não foram consideradas peculiaridades marcianas, como a fraca atmosfera ou as frequentes tempestades de areia.

Com esses dados e sabendo a eficiência e área coberta pelas placas que se deseja utilizar, é possível calcular, em média, quanta energia será obtida.

## Conclusão

Tendo em vista conceitos apresentados na introdução, foi feito um experimento utilizando um programa desenvolvido pela NASA para descobrir a melhor região para se instalar painéis solares, ou seja, a região em que a incidência solar seria a maior. Após isso, os resultados foram transpostos para Marte, com o auxílio da proporção do inverso do quadrado da distância. Desse modo, como conclusão, foi obtido que a

melhor localização para a implantação de painéis solares em no planeta em questão seria nas áreas de menor latitude.

## Referências

**Como Funciona o Painel Solar Fotovoltaico - Placas Fotovoltaicas.** Portal Solar. São Paulo. Painel Solar fotovoltaico. 07 ago. 2018.

<[https://www.google.com.br/amp/a/s/www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html/amp?ampru=https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html/amp?gclid%3DEAlaIQobChMIvojlkfn06QIVhoiRCh0kEAZ0EAAYB CAAEglAP\\_D\\_BwE&amps=AFO-QzN51ORvSDVCUAVWtzpahltlwOxVFq](https://www.google.com.br/amp/a/s/www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html/amp?ampru=https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html/amp?gclid%3DEAlaIQobChMIvojlkfn06QIVhoiRCh0kEAZ0EAAYB CAAEglAP_D_BwE&amps=AFO-QzN51ORvSDVCUAVWtzpahltlwOxVFq)> Acesso em: 3 jun. 2020.

Icimoto, K. **Como Funciona uma Placa Solar?** Superinteressante. 31 out. 2016 <<https://super.abril.com.br/tecnologia/placa-solar/>> Acesso em: 6 jun. 2020.

Gouveia, R. **Planeta Marte.** Toda Matéria. 14 ago. 2019.

<<https://www.todamateria.com.br/planeta-marte/>> Acesso em: 7 jun. 2020.

Freitas, E. **Marte.** Brasil Escola. 27 jun. 2008. Geografia/ Astronomia/ Planetas do Sistema Solar. <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/marte.htm>> Acesso em: 8 jun. 2020.

Think Green - Utilizing Renewable Solar Energy. **NASA**, 2015. Disponível em: <<https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/think-green-utilizing-renewable-solar-energy/>>. Acessado em: 01, Setembro 2020.

A Energia do Sol. **UFRGS**. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008\\_02/Beatriz/energia.htm](http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Beatriz/energia.htm)>. Acessado em: 1 out. 2020.

Hanry, Cindy. Think Green - Utilizing Renewable Solar Energy. NASA. Oklahoma City, Oklahom. 2015. Disponível em: <https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/think-green-utilizing-renewable-solar-energy/>, acessado em out/2020.

## Apêndice

- Cálculo da proporção do inverso do quadrado da distância:

/ /

Sol - Terra  $\rightarrow$  1 UA  $I_T = 1400 \text{ W/m}^2$

Sol - Marte  $\rightarrow$  1.5 UA  $I_M = X \text{ W/m}^2$

$$\frac{100}{1^2} = \frac{Y}{1.5^2} \left\{ \begin{array}{l} \% \text{ incidente} \\ \text{inverso do quadrado da distância} \end{array} \right.$$

$Y = 44\%$ , ou seja, em Marte incide 44% do que incide na superfície da Terra.

$X = 0.44 \cdot 1400$   ~~$X = 616$~~   $X = 616 \text{ W/m}^2$  incidem, em média, em Marte

---

## K2 PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR DA QUEIMA DE MATÉRIA ORGÂNICA DESCARTADA

Gabriela Rosset; Isabela de Faria; Julia Wanna; Luiza Motta; Sofia Guidotti  
Professor orientador: Alexandre Magno Montibeller

---

### Resumo

A globalização e sua decorrente alta na necessidade humana por energia fazem com que a demanda por combustíveis fósseis aumente cada vez mais e, conseqüentemente, ocasione a emissão de diversos poluentes na atmosfera. Por isso, existe uma constante busca por alternativas sustentáveis, como a produção de biocombustíveis (combustíveis obtidos de fontes orgânicas e não fósseis, portanto são renováveis). No entanto, seu uso atual ainda traz prejuízos ao meio ambiente, pois a cultura da cana-de-açúcar e do milho (principais matérias-primas do etanol, um biocombustível de grande destaque) necessita de muita água, polui solos e rios com o uso de agrotóxicos, além de estimular o desmatamento para obter terras de cultivo. A partir de tais fatos, neste artigo será abordada uma alternativa para a obtenção de biocombustíveis: a queima de matéria orgânica - especificamente, restos de folhas e cascas de frutas - que viria a ser descartada, proveniente de uma feira livre de São Paulo. Esse processo (denominado pirólise) resulta na produção de gás de síntese, capaz de gerar energia mecânica em motores térmicos e extremamente eficiente como fonte de energia. Com os dados experimentais, pode-se observar que as folhas e verduras, quando queimadas, produziram mais gás de síntese do que as cascas de frutas. Logo, é possível inferir que o uso de folhas é mais proveitoso e, portanto, uma matéria prima mais eficiente. Por fim, concluiu-se que o gás de síntese pode ser uma fonte cada vez mais inserida no contexto da sociedade atual para usos diversos, alguns deles até mesmo relacionados ao mercado de créditos de carbono.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocombustíveis. Matéria orgânica. Desperdício de alimentos. Desenvolvimento econômico. Gás de síntese. Mercado de Carbono.

---

## Abstract

Globalization and its consequent elevation in mankind necessity for energy cause unceasing rises in the demand for fossil fuels, provoking the growing emission of hazardous substances into the atmosphere. On account of this pollutant release, numerous scientists have been searching for environmentally friendly alternatives for acquiring energy. The vast majority of those studies concern one general topic: biofuels, which stem from organic matter, therefore are renewable. Nonetheless, biofuels still pose a threat to nature, since sugarcane and corn farming (the main sources of ethanol, a crucial biofuel in today's society) require an abundance of water, stimulate deforestation in order to obtain more farmland, not to mention the contamination of soil and rivers due to the use of voluminous amounts of pesticides. Based on the previous facts, this article will cover an alternative for biofuel production, which consists in burning organic matter - specifically scraps of leaves and fruit peels - that would have been discarded, obtained from a street market in São Paulo. Such procedure (termed pyrolysis) produces synthesis gas (syngas), capable of generating mechanical energy for heat engines as well as being an extremely efficient power supply. With the experimental data collected within this study, it was possible to conclude that the burnt leaves and vegetables produced more syngas than burnt fruit peels. Therefore, it is presumed that leaves scraps are a more effectual raw material. In conclusion, synthesis gas has been proved to be an energy source that could be involved in modern and future societies for a broad spectrum of utilities, some of them even related to carbon markets.

**KEY-WORDS:** Biofuels. Organic matter. Food waste. Economic development. Synthesis gas. Carbon Markets.

---

## Introdução

No mundo atual, a queima de combustíveis fósseis é uma das principais formas de obtenção de energia, a qual revolucionou a tecnologia e proporcionou diversos avanços nessa área. No entanto, com a globalização em constante progresso, a demanda por esses tem aumentado cada vez mais e, conseqüentemente, vem ocasionando a emissão de diversos poluentes na atmosfera (DE CARVALHO et al.,

2017), além da devastação das áreas utilizadas para extração do petróleo. Por isso, existe uma constante busca por alternativas sustentáveis com o intuito de diminuir impactos ambientais: os biocombustíveis.

Biocombustíveis são fontes de energia renováveis e alternativas. Um combustível obtido de fontes naturais não fósseis, uma vez que toda matéria orgânica gera energia. Possuem diversas vantagens como por exemplo menor índice de produção, podem ser cultivados (ou seja, são renováveis), além de possibilitar o fechamento do ciclo do carbono, contribuindo para a estabilização da concentração desse gás na atmosfera e, conseqüentemente, ajudando na contenção do aquecimento global (GOMES DE AZEVEDO et al., 2016).

Um dos exemplos mais utilizados no Brasil é o etanol, o qual é obtido a partir da cana-de-açúcar. Apesar de não ser um combustível derivado do petróleo, ele ainda causa prejuízos no ambiente, principalmente em seu processo de produção, uma vez que gera poluição por agrotóxicos (<https://blog.aegro.com.br/plantacao-de-cana-de-acucar/> acesso em 30 de setembro de 2020), demanda grande quantidade de água e uma vasta área de plantio, que muitas vezes costumava ser uma floresta, ocasionando desmatamento (ARNOLD, 2008). O milho é outro vegetal correspondente que também pode ser utilizado para a produção de energia, tendo grande relevância na produção de biocombustíveis principalmente nos Estados Unidos. Entretanto, o milho também apresenta as mesmas problemáticas da produção de biocombustíveis a partir da cana-de-açúcar.

Visto que o etanol, apesar de ser considerado sustentável, ainda causa impactos ambientais, diversos cientistas ao redor do mundo ainda buscam formas alternativas para a produção de combustíveis que não prejudiquem a natureza, como por exemplo o uso da casca de banana como fonte alternativa para produção de etanol (VASCONCELOS et al., 2019). Os resultados do estudo mostraram que essa biomassa é uma fonte renovável de energia, sustentável, de baixo custo e abundante no país durante o ano todo, diferente da cana-de-açúcar, que compromete a produção do combustível durante o período de entressafra.

Dado o exposto, neste artigo serão analisados experimentos realizados com matéria orgânica que viria a ser descartada, proveniente do descarte de folhas e cascas de frutas de uma feira livre de São Paulo.

No mundo atual, a quantidade de lixo descartado aumenta a cada dia - não somente de matéria inorgânica como plásticos e garrafas, como também toneladas de matéria orgânica. Frutas, verduras e legumes, por exemplo, muitas vezes são descartados e levados para lixões ou aterros onde não poderão ser aproveitados, apenas por possuírem algum dano em sua aparência, ou por não serem de consumo habitual. Dados alarmantes, obtidos num estudo feito pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP (<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/toneladas-de-alimentos-das-feiras-de-sp-vaio-para-o-lixo/> - acesso em 01 de setembro de 2020) provam isso: em todo o planeta, cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são descartados por ano. O Brasil está entre os dez países que mais os desperdiçam: em média, descarta-se 50% do que se produz. Em específico, na cidade de São Paulo, os números chegam a 33 mil toneladas de alimentos desperdiçados em um ano. É evidente que o desperdício de comida é alarmante, principalmente em feiras e supermercados que sempre buscam vender os melhores produtos (figuras 1 e 2).



Figura 1: folhas descartadas em feira livre em São Paulo



Figura 2: cascas de frutas descartadas em São Paulo

Entretanto, há diversas saídas para esse problema, sendo uma delas a queima de frutas e verduras descartadas para produzir biocombustível, que além de ser uma saída para reutilizar e diminuir a quantidade de lixo, também pode diminuir as emissões de gases poluentes na atmosfera, provenientes da queima de outros tipos de combustíveis.

No experimento analisado neste artigo, foram utilizadas amostras de aproximadamente 600g de folhas (figura 3) de alimentos que culturalmente não são utilizadas para a alimentação no Brasil (como folhas de rabanete) somadas a folhas que não estão próprias para consumo, e amostras de cascas de frutas como abacaxi, melancia e mexerica (figura 4).



Figura 3: folhas e cascas de frutas colhidas da feira e separadas em pacotes de 600 g



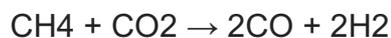
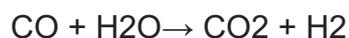
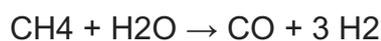
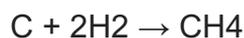
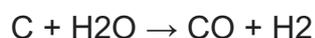
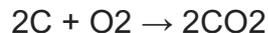
Figura 4: casca de frutas depositadas no fundo de um reator

Estes materiais foram queimados (figura 5) num processo denominado pirólise (<https://m.brasilecola.uol.com.br/quimica/combustiveis-renovaveis-por-meio-pirolise.htm>) acesso em 08 de junho de 2020.) dos termos gregos "piro", que significa "fogo" e "lise", que significa "quebra". O processo de pirólise é um tipo de reação química que ocorre em um meio de quase ou total ausência de oxigênio, na qual o calor fornecido, geralmente por chamas, decompõe a substância, originando dois ou mais produtos gasosos, que constituem o gás de síntese.



Figura 5: processo de pirólise.

O Gás de síntese é uma mistura de monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrogênio, produzida a partir da combustão incompleta de sólidos, ou seja, a reação global é exotérmica, como por exemplo, madeira e carvão que são ricos em carbono. O gás de síntese também pode ser produzido a partir de resíduos agrícolas (biomassa) e carvão. Esses gases são capazes de gerar energia mecânica em motores térmicos, e sua formação é dada pelas seguintes equações químicas:



([http://www.carvaomineral.com.br/interna\\_conteudo.php?i\\_subarea=16&i\\_area=2](http://www.carvaomineral.com.br/interna_conteudo.php?i_subarea=16&i_area=2) acesso em 08 de junho de 2020.)

Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	18,0%
Monóxido de Carbono (CO)	2,0%
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	6,0%
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	0,4%
Metano (CH <sub>4</sub> )	3,0%
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	48,6%

Tabela 1: Composição do gás de síntese

**Fonte: DE REZENDE, Danilo Nakaya Alvarenga. et al, 2012.**

Sua aplicação apresenta não somente vantagens ambientais, visto que sua utilização evita o acúmulo de gases tóxicos na atmosfera, como também econômicas, uma vez que este gás é extremamente eficiente como fonte de energia. Ele é frequentemente utilizado em motores de combustão interna, turbinas, ou como fase intermediária na produção de outros produtos químicos, como de gás natural sintético, de amoníaco ou de metanol e também de petróleo sintético. Outra maneira de utilizar o gás de síntese é como substituto do gás de cozinha tradicional, e neste caso ele é obtido por meio de biodigestores (<https://www.aberje.com.br/biodigestor-e-alternativa-a-botijao-de-gas-certificada-pela-fundacao-banco-do-brasil/> acesso em 13 de outubro de 2020.) - equipamentos de fabricação relativamente simples, que possibilitam o reaproveitamento de restos de alimentos e fezes de animais, acrescidos de água (<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-sao-biodigestores/> acesso em 13 de outubro de 2020.). Permite uma maior eficiência por causa de suas temperaturas operacionais mais baixas e maior vida útil, além de ter um custo operacional menor que outros combustíveis (<http://biofuel.org.uk/what-is-syngas.html> acesso em 02 de setembro de 2020). Por isso, a produção de gás de síntese sempre se apresenta com forte importância histórica, geralmente em períodos de escassez energética, como em grandes crises econômicas causadas pelo mercado ou por conflitos e guerras. Seu uso foi empregado nas mais diferentes regiões do mundo, com o objetivo de produzir combustíveis para alimentar motores;

seu uso foi fortemente incentivado pelo governo brasileiro durante a Segunda Guerra Mundial (<https://www.infoescola.com/combustiveis/gasogenio/> acesso em 02 de setembro de 2020).

## Objetivos

### Objetivo geral:

- Produzir biocombustível a partir de matéria orgânica descartada

### Objetivos específicos:

- Pesquisar possíveis matérias orgânicas a serem utilizadas;
- Coletar matéria orgânica (de feiras livres);
- Verificar se a teoria é viável;
- Verificar a produção de gás de síntese;
- Estudar e analisar os possíveis resultados;
- Comparar resultados e eficácia.

## Materiais e Métodos

O material utilizado foi:

- Cronômetro
- 600g de cada amostra de matéria orgânica
- Reator domiciliar feito a base de aço e ferro
- Amostras de resíduos orgânicos, coletados em feiras, formados por folhas e cascas de frutas
- Maçarico
- Botijão de gás (butano)
- Junta para vedação
- Cal hidratada (hidróxido de cálcio)
- Isqueiro

- Balança.

Inicialmente, as amostras de folhas e cascas de frutas foram coletadas numa feira livre e tiveram sua massa medida numa balança (figura 6 e 7).

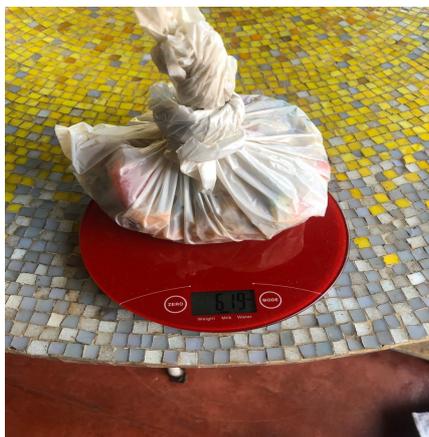


Figura 6 e 7: Cascas de frutas sendo pesadas na balança e folhas sendo pesadas na balança

## Resultados e Discussão

As amostras de matéria orgânica descartada escolhidas, após serem cortadas em pequenos pedaços, foram depositadas ao fundo do reator (figura 8) que é aquecido por um maçarico de butano, fornecendo-lhe uma alta quantidade de energia fazendo com que atingisse uma temperatura próxima de  $800^{\circ}\text{C}$ . Todo esse calor se concentrou em um único ponto, sendo assim, foi necessário que as matérias orgânicas fossem alocadas o mais próximo possível da superfície de contato, visando facilitar sua queima e realização do experimento em si.



Figura 8: folhas depositadas no fundo do reator

Nº do experimento	Tipo de amostra	Massa da amostra (g)	Horário de início do experimento	Horário de início de produção de gás de síntese	Horário do fim do experimento
1	Cascas de frutas	600	18:07	18:24	(vazamento)
2	Cascas de frutas	600	18:20	18:50	19:50
3	Restos de folhas	600	11:00	11:20	12:30

Tabela 2: Dados obtidos com os experimentos

Na primeira tentativa de realizar o experimento, utilizaram-se 600g de cascas de frutas, com início às 18:07, sendo detectada presença de gás de síntese às 18:24. No entanto, houve um vazamento, acarretando numa produção de gás de síntese inferior à esperada.

Após o conserto do vazamento (figura 9), foram realizadas outras tentativas, em outra ocasião. Utilizando-se a amostra feita de restos de cascas de frutas (abacaxi, melancia e mexerica), o experimento teve início às 18:20 e terminou às 19:50, sendo que a produção de gás de síntese começou às 18:50. Não se deixou queimar totalmente o resíduo pois a quantidade era grande inicialmente. Uma possível nova tentativa seria realizar os mesmos procedimentos, mas com uma massa menor de lixo, para efeitos de comparação

Utilizando a amostra feita de restos de folhas (couve, cenoura, repolho etc.), o experimento teve início às 11:00 e fim às 12:30, e iniciou-se a produção de gás de síntese às 11:20, com uma quantidade final maior comparada à proveniente da queima das cascas de frutas. Assim como no outro experimento, não se deixou queimar totalmente o resíduo pois a quantidade era grande inicialmente.

Com o aumento da temperatura do reator, houve um aumento na liberação de água em forma de vapor, que ajudou a levar os gases, contidos dentro da aparelhagem, para fora, fazendo com que o ambiente dentro do equipamento fosse propício para a ocorrência de pirólise.

Os gases gerados no aquecimento da matéria e a água entram em contato, por meio de uma única saída de escape, com cal virgem com água (Hidróxido de Cálcio -  $\text{Ca(OH)}_2$ ). Foram utilizados 2L de água para cada grama de cal, substância que por reter o dióxido de carbono, funciona como um filtro.

É válido ressaltar que o reator, por não ter estatura muito grande (figura 10), facilitou a rápida e constante saída de gases combustíveis, possibilitando a produção de uma chama, a partir da faísca do isqueiro (figura 11).



Figura 10: reator utilizado no experimento



Figura 11: produção de chama a partir de um isqueiro

Após um tempo o maçarico que fornecia calor foi desligado, mas não se podia mais observar saída de gás. Isso ocorreu pois, no experimento, deve-se secar bem os alimentos numa estufa inicialmente, porém essa tentativa não foi possível em função de ausência de tempo e de disponibilidade de uma estufa. Reparou-se que no final do processo, após resfriar o conjunto, o compartimento de queima continha muita água, o que provavelmente deve ter vertido água de cal do compartimento frontal, ou o alimento liberou essa quantidade de água ao ser queimado (figura 12).



Figura 12: água liberada no final do experimento

## Conclusão

Em suma, pode-se dizer que, além de ter êxito com o objetivo geral do artigo - produzir biocombustível a partir de matéria orgânica descartada, proveniente de uma feira livre de São Paulo - obteve-se sucesso na maioria dos objetivos específicos pré-determinados, tanto na pesquisa e verificação da viabilidade da teoria quanto no estudo das diferentes matérias primas que poderiam ser utilizadas.

A partir da análise dos experimentos realizados e seus respectivos resultados, concluiu-se que o uso de restos de folhas e verduras como matéria prima para a produção de gás de síntese apresentou maior eficácia, uma vez que a produção de biogás foi superior àquela proveniente da tentativa em que se utilizou cascas de frutas.

Vale ressaltar também que, apesar de neste artigo terem sido utilizados apenas dois tipos de matéria orgânica, o gás de síntese também pode ser obtido a partir de outros elementos, como resíduos de alimentos fast-food. Existe até mesmo a possibilidade de utilizar esterco animal, como é o caso dos biodigestores.

Diante da incapacidade de substituição dos demais biocombustíveis (como o etanol) pelo gás de síntese proveniente da queima de matéria orgânica descartada, por conta da incompatibilidade em termos de proporção de quantidade produzida, um

possível caminho seria reaproveitar essa biomassa como fonte de obtenção de créditos de carbono.

O sistema de créditos de carbono foi criado a partir do Protocolo de Kyoto, um tratado assinado por mais de 175 países em 1997 e que somente entrou em vigor em 2005 ([https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/protocolo-kyoto.htm#:~:text=Pa%C3%ADses%20que%20fazem%20parte%20do,Cazaquist%C3%A3o%20assinou%2C%20por%C3%A9m%20n%C3%A3o%20ratificou](https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/protocolo-kyoto.htm#:~:text=Pa%C3%ADses%20que%20fazem%20parte%20do,Cazaquist%C3%A3o%20assinou%2C%20por%C3%A9m%20n%C3%A3o%20ratificou.). acesso em 26 de outubro de 2020.). A partir deste acordo, as nações se comprometeram a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), visando a contenção das mudanças climáticas na Terra. Cada país negociou a sua própria meta de redução de emissões em função da sua visão sobre a capacidade de atingi-la no período considerado - o primeiro período foi de 2008-2012, enquanto o segundo foi entre 2013-2020 (<https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-kioto.html> acesso em 26 de outubro de 2020).

Um crédito de carbono, formalmente denominado “redução certificada de emissões” (RCEs), é a representação de uma tonelada de carbono que deixou de ser emitida na atmosfera. Um exemplo das diversas formas de obtenção de créditos de carbono é a substituição de combustíveis utilizados pela indústria, onde elas deixam de usar biomassas não renováveis (como lenha de desmatamento) e passam a usar biomassas renováveis, que emitem quantidades muito inferiores de poluentes e poderiam ajudar no combate ao desmatamento (<https://www.sustainablecarbon.com/como-sao-gerados/> acesso em 26 de outubro de 2020). Assim, a partir desta diferença, é calculada a quantidade de carbono que deixou de ser emitida com essa substituição, gerando assim os créditos.

Nesse mercado, empresas que possuem um alto nível de emissão de poluentes e poucas opções para a redução podem comprar créditos de carbono, para compensar suas próprias emissões. Estes créditos podem ser provenientes de atividades de projetos desenvolvidos em qualquer um dos países em desenvolvimento que tenham ratificado o Protocolo (<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2020/02/o-que-e-o-mercado-de-carbono-e-como-o-brasil-pode-se-beneficiar-com-ele> acesso em 27 de outubro de 2020).

As 33 mil toneladas de alimentos descartadas anualmente na cidade de São Paulo poderiam ser aproveitadas para a produção de gás de síntese, por meio da queima dessa matéria orgânica, assim como foi evidenciado ao longo deste artigo. Desta forma, seria solucionada a questão do desperdício de alimentos na maior cidade do país ([https://www.otempo.com.br/cidades/credito-de-carbono-lucro-que-vem-do-lixo-1.329873#:~:text=A%20id%C3%A9ia%20%C3%A9%20fazer%20o%20aproveitamento%20do%20g%C3%A1s%20metano%20produzido%20pelo%20aterro.&text=Com%20isso%20al%C3%A9m%20de%20reduzir,2005%20pelo%20Protocolo%20de%20Kyoto](https://www.otempo.com.br/cidades/credito-de-carbono-lucro-que-vem-do-lixo-1.329873#:~:text=A%20id%C3%A9ia%20%C3%A9%20fazer%20o%20aproveitamento%20do%20g%C3%A1s%20metano%20produzido%20pelo%20aterro.&text=Com%20isso%20al%C3%A9m%20de%20reduzir,2005%20pelo%20Protocolo%20de%20Kyoto.). acesso em 28 de outubro de 2020). Todavia, seriam necessárias estruturas maiores para a realização dessas reações de gaseificação, o que demandaria investimentos públicos. Apesar disso, o gás de síntese proveniente desse processo, após limpeza e tratamento, poderia ser vendido pela prefeitura a empresas interessadas em alterar os combustíveis utilizados em seu funcionamento interno, e dessa maneira seriam compensados os gastos com a implantação dos equipamentos necessários. As empresas também se beneficiariam pois, por meio dessa substituição, poderiam obter créditos de carbono, conforme exemplo mencionado anteriormente. A venda dessa moeda sustentável acabaria gerando mais receita para uma possível empresa que adotasse a ideia e ao mesmo tempo contribuiria para a preservação do meio ambiente, além de beneficiar sua reputação e consequentemente melhorar a imagem dessa empresa perante a sociedade e potenciais consumidores

(<http://richtergruppe.com.br/credito-de-carbono-como-funciona-e-vantagens-para-o-seu-negocio/> acesso em 26 de outubro de 2020).

## Referências bibliográficas

GOMES DE AZEVEDO, Adriana Neves; DE AZEVEDO LIMA, Bruna Gomes. Biofuels: development and international insertion. REVISTA DIREITO AMBIENTAL E SOCIEDADE, v. 6, n. 1, p. 77-100, 2016.

DE CARVALHO, Ana Paula Campos; FERREIRA, Rafael Lopes. A utilização de biocombustível como alternativa sustentável na matriz energética brasileira. Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 5, n. 3, 2017.

DE LIMA VASCONCELOS, Marinna Maria; SILVA, Orientadora Marta Célia Dantas. CASCA DA BANANA: VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DO ETANOL. Congresso

Internacional de Meio Ambiente e Sociedade, 2019.

ARNOLD, Frances H. The race for new biofuels. Engineering and Science, v. 71, n. 2, p. 12-19, 2008.

DE REZENDE, Danilo Nakaya Alvarenga. et al.; Orientador Alexandre Magno Montibeller. GASEIFICAÇÃO DE LIXO POR PIRÓLISE. São Paulo, SP: Colégio Bandeirantes, 2012.

[http://www.carvaomineral.com.br/interna\\_conteudo.php?i\\_subarea=16&i\\_area=2](http://www.carvaomineral.com.br/interna_conteudo.php?i_subarea=16&i_area=2) acesso em 08 de junho de 2020.

<https://m.brasilecola.uol.com.br/quimica/combustiveis-renovaveis-por-meio-pirolise.htm> acesso em 08 de junho de 2020.

<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/toneladas-de-alimentos-das-feiras-de-sp-vao-para-o-lixo/> acesso em 01 de setembro de 2020.

<https://www.infoescola.com/combustiveis/gasogenio/> acesso em 02 de setembro de 2020.

<http://biofuel.org.uk/what-is-syngas.html> acesso em 02 de setembro de 2020.

<https://blog.aegro.com.br/plantacao-de-cana-de-acucar/> acesso em 30 de setembro de 2020.

<https://www.aberje.com.br/biodigestor-e-alternativa-a-botijao-de-gas-certificada-pela-fundacao-banco-do-brasil/> acesso em 13 de outubro de 2020.

<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-sao-biodigestores/> acesso em 13 de outubro de 2020.

<https://www.sustainablecarbon.com/como-sao-gerados/> acesso em 26 de outubro de 2020.

<https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto.html> acesso em 26 de outubro de 2020.

## **K8 - A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DAS ONDAS DO OCEANO**

Daniel Freire; João Victor Ladeira; Leonardo Górios; Luigi Górios.

Professor orientador: Alexandre Magno Montibeller.

---

### **Resumo**

Considerando a taxa de crescimento da população humana no último século, ter uma fonte confiável de energia renovável será crucial para a humanidade, e embora as energias solares, eólicas e de biomassa sejam boas, a sociedade pode se beneficiar mais ainda com efetivas usinas ondomotrizes. Conforme a pesquisa, poucas cidades no mundo fazem bom uso das energias advindas das ondas do oceano, apesar de várias terem condições geografias favoráveis para explorar esse recurso natural. Por conta deste problema, o grupo investigou as causas para a ausência de usinas ondomotrizes. Para entender esse tipo de fonte de energia, informações de vários artigos científicos foram feitas, e até simulações foram feitas, em um site chamado [phet.colorado.edu](http://phet.colorado.edu), e um protótipo para entender como as usinas das ondas funcionam e o qual é o mais eficiente tipo delas foi criado. De acordo os resultados, o tamanho da bobina principal e a força das ondas são fatores responsáveis por uma maior produção de energia. Os testes foram bem sucedidos e resultados relevantes foram obtidos, mostrando a medida certa para uma usina ondomotriz.

**PALAVRAS-CHAVE:** Usina Ondomotriz; Energia Elétrica; Energia renovável.

---

### **Abstract**

Considering the rate at which the human population has been growing on the last century, having a reliable source of renewable energy is going to be crucial for humankind, and while solar, wind and biomass energies are good sources, society could benefit even more with effective wave farms. According to the research, few cities in the world make good use of the power of the waves, even though many have

the right geographical conditions to exploit this natural resource. Due to this problem, the group has investigated the causes for the lack of wave farms. In order to understand wave farms, information were collected from various educational websites, and even digital simulations were made by an educational website called phet.colorado.edu and a model, to understand how these power plants work and what the most effective way to use them is. According to our results, the size of the main coil and the strength of the waves are factors responsible for a larger production of energy. The tests were successful and relevant results were obtained, showing the optimal size for a wave farm.

**KEY-WORDS:** Wave Farms; Electrical Energy; Renewable Energy.

---

## Introdução

Atualmente, as energias não renováveis predominam como o método mais usado de obtenção de energia em grande parte do mundo, o que pode acarretar em danos ambientais severos que, futuramente, podem impactar a humanidade (THORBUN, 2006). Entretanto, os estudos relacionados a essas questões têm figurado com forte proeminência. Por sorte, no Brasil a realidade é outra: graças a seu imenso litoral e hidrografia, este país tem se destacado na fabricação de energia limpa e renovável, no entanto, ainda há outros meios ainda não profundamente explorados, como a energia ondomotriz, a qual se baseia na produção de energia elétrica a partir do movimento das ondas do oceano.

No Brasil a usina ondomotriz já foi aplicada em Pecém, Ceará, em 2012, devido a uma parceria entre os pesquisadores da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) com da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), ao financiamento pela Tractebel Energia e ao apoio do Governo do Ceará. A obtenção deste tipo de energia não é uma prática tão antiga, ela é proposta desde 2003, sendo reflexo ainda persistente em dias atuais da constante tentativa de escapatória do uso de combustíveis fósseis que são extremamente poluentes e danosos ao meio ambiente e a saúde humana (GONÇALVES et al., 2015).

A energia ondomotriz pode ser vantajosa para ilhas ou países com grandes faixas costeiras (CRUZ ET al., 2004). Exemplos de países que já usam este tipo de energia são a Noruega, Dinamarca, Suécia e Portugal, na Europa, e os Estados Unidos na América que lidera o desenvolvimento e aperfeiçoamento deste método. Assim, a maioria dos países que utilizam deste tipo de energia são países de “primeiro mundo”. Esse fato pode ser associado ao custo da utilização, já que determinação deste é muito variável, porque é a totalidade do levantamento e da soma de todos os custos de investimento, que podem variar muito, mas, basicamente, incluem equipamentos.

Dentre os equipamentos, incluem-se: as turbinas (diretamente responsáveis pela extração do fluxo de energia tidal); estruturas de extração (como dutos de alojamento); geradores; fundações; aportagem e ancoragem (equipamento requerido para a fixação); interconexões elétricas (cabos requeridos para a conexão das plantas individuais a um ponto de interconexão comum); interconexões paralelas (sistemas de cabos, engrenagens, linha de transmissão e infraestrutura); comunicação; comandos e controles (equipamentos e infraestrutura requeridos para estabelecer uma ligação de duas vias entre solo e sistemas de geração, com fins de comunicação, controle e comandos); custos de instalação (custos requeridos para o transporte do sistema até o local de operação, para completar todas as conexões, e verificação do local); instalações gerais e engenharia (custos de engenharia associados ao planejamento do parque de geração e de instalações gerais requeridas para a operação da planta) (GONÇALVES et al., 2004).

Em relação ao potencial deste tipo de energia ao redor do mundo, observa-se que o potencial teórico global líquido está na ordem de 3 TW, que está distribuído no mundo todo entre: Argentina, Brasil, Austrália, Canadá, Rússia, EUA, Reino UNIDO, França, Índia, Coreia, Alasca e China. Sendo que no Brasil, os principais potenciais são no Amapá e no Maranhão. Em termos de projetos existentes de exploração da energia das ondas, destacam-se: Central de Annapolis Royal, no Canadá (20MW em operação); Central de La Rance, na França (240MW em operação); Central de

Kislaya Guba, na Rússia (1,7MW em operação); Central de Jiangchia, na China (3,9MW em operação); Central de Sihwa, na Coreia do Sul (254MW em operação) (NASCIMENTO, 2017).

As usinas ondomotrizas podem ser consideradas uma das formas mais versáteis de geração de energia, e possivelmente será mais explorada nos próximos anos, já que possui um grande potencial. Isso se dá graças a sua versatilidade, uma vez que este tipo de usina pode ser instalado em qualquer lugar que tenha um mar, oceano ou até mesmo um grande corpo de água como um rio ou um lago por perto. Outra característica deste tipo de usina são seus diferentes modelos, como o modelo “VAWT Savonius Turbine”, o modelo de usina ondomotriz e o modelo clássico de barragem (SILVA et al., 2018). Este tipo de usina também se destaca em questão de sua confiabilidade, já que ela produz energia todos os dias. Outro benefício desta usina é o baixo impacto ambiental em comparação com outras formas de geração de energia. Diferente das represas hidrelétricas, esta usina não interfere no ciclo reprodutivo da vida aquática e não causa inundações..

## Objetivos

Objetivo geral: Aprofundar os estudos da energia advinda das ondas do oceano, isto é, energia ondomotriz.

Objetivos específicos:

1. Pesquisar métodos de conversão da energia advinda das ondas em energia elétrica;
2. Escolher o melhor mecanismo de conversão de energia ondomotriz;
3. Investigar os materiais necessários para a conversão de energia ondomotriz em energia elétrica;
4. Simular as ondas do oceano;
5. Incentivar a busca por soluções para os problemas ambientais causados por usinas não renováveis.

## Materiais e métodos

No protótipo experimental, foram usados diversos materiais com o objetivo de simular as ondas do oceano e a obtenção de energia a partir daquelas, por meio de uma indução magnética, que, por sua vez, foi simulada por meio de um site. Para a realização de tal, utilizou-se:

- Uma bacia retangular;
- Um suporte de mesma altura que a bacia
- Uma colher para mover a água e formar ondas;
- Pedaco de EVA, com formato circular;
- Canudo com dobradura;
- Quantidade de água no estado líquido, suficiente para preencher o espaço da bacia.
- Site para simular a indução magnética

A bacia foi preenchida de água. De modo que uma colher foi utilizada para mover a água e formar ondas.

O canudo foi colado ao pedaco de borracha, que ficou boiando na água e se movendo para frente e para trás com o movimento das ondas. Assim, calculando-se o número de movimento de “vai-vem” durante um determinado período de tempo e por determinada distância, simulamos, por meio de um site, o mesmo movimento para a indução magnética (o imã se movimentando dentro da bobina e ascendendo o led), que representa a energia elétrica produzida. A intensidade da luz foi medida para decidir qual o melhor de bobina para a produção de energia elétrica.

Vale ressaltar que o movimento é com sentido para frente e para trás, porque a colher empurra a água para frente, esta bate na parede da bacia e é levada para trás, e assim por diante.

Para fins de maior entendimento, segue a representação de uma usina ondomotriz e uma foto do projeto:

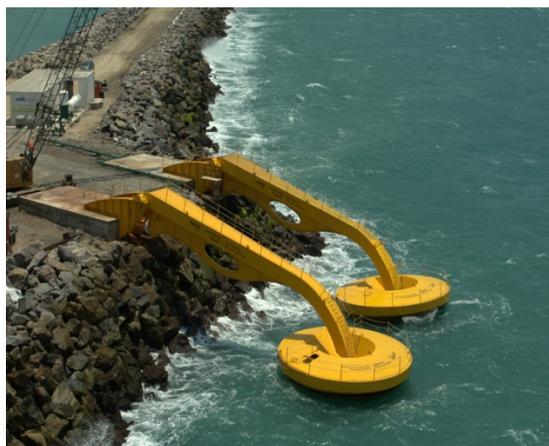


Figura 1 - Representação de uma usina ondomotriz

Fonte: <http://paineira.usp.br/bios/wp-content/uploads/2018/05/Usina-Pec%C3%A9m.jpg>



Figura 2 - Foto do protótipo final

## Resultados e discussão

. Com a montagem do protótipo final, uma colher foi utilizada para produzir as ondas, com movimentos para frente e para trás. No entanto, percebeu-se que o suporte para o canudo se movimentar possuía uma altura menor que a altura do canudo sobre a água. Logo, colocou-se um pedaço de papel dobrado, embaixo do suporte, para que, então, ele atingisse a altura suficiente.

Feita a correção e, novamente, produzidas as ondas, mediu-se a variação do movimento que o canudo fazia por cima do suporte, e, fizeram-se as marcações, obtendo uma variação de 3 centímetros.

Calculou-se, em seguinte, o número de vezes que o canudo ia e voltava, em um período de 5, 10 e 15 segundos. Os resultados obtidos estão na seguinte tabela:

Tempo	5 segundos	10 segundos	15 segundos
Voltas	4 voltas	7 voltas	9 voltas



Figura 3 - Foto do movimento das ondas.

Observa-se que, em um tempo maior, a velocidade que o canudo se movimenta diminui. Porém, por meio de uma observação do grupo, percebeu-se que esses valores não seguiriam a mesma lógica no oceano, visto que eles ocorrem, porque a velocidade das ondas também diminui, já que elas não têm um estímulo (da colher) contínuo, diferentemente das ondas do oceano, que possuem uma velocidade relativamente constante.

Assim, utilizando um tempo menor (visto que a velocidade das ondas ainda é constante), calculamos a velocidade em que o canudo se movimenta. Quatro voltas representam 24 centímetros em 5 segundos. E calculando: velocidade é igual à distância dividida pelo tempo, tem-se que a velocidade que o canudo se movimenta é de 4,8 centímetros por segundo.

Estimando esse mesmo movimento em uma simulação do site “phet.colorado.edu”, não foi possível concluir que houve produção de energia elétrica, mesmo que a lâmpada tenha acendido, porque o simulador desconsidera fatores presentes no meio ambiente (atrito, disposição da água, ventos, etc). Além disso, o imã foi movimentado por meio de duas bobinas com tamanhos diferentes, de modo que a intensidade que o led ascendeu foi diferente nos dois casos, e, por conseguinte,

a quantidade de energia elétrica produzida foi diferente. A seguir estão duas representações das diferentes bobinas usadas e uma tabela que mostra essa relação:

<b>Tamanho da bobina</b>	Grande	Pequena
<b>Intensidade luminosa</b>	Alta	Mediana

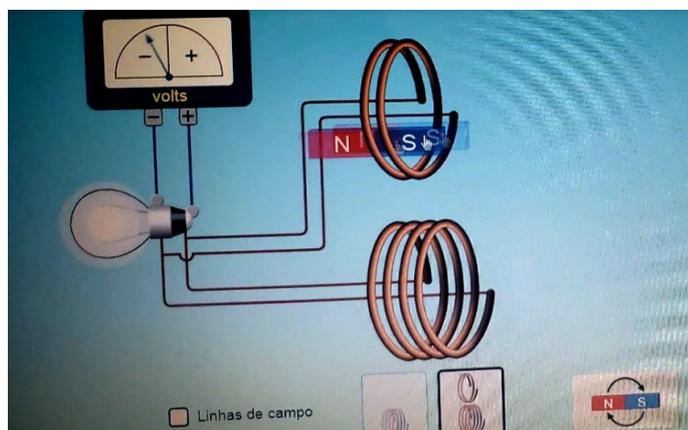


Figura 4 - Representação do ímã passando por meio de uma bobina menor.

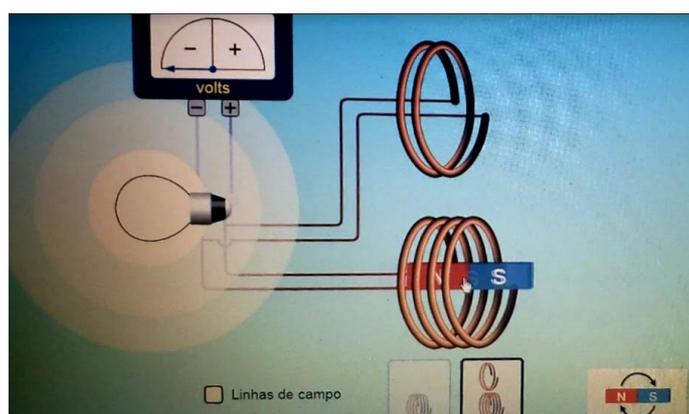


Figura 4 - Representação do ímã passando por meio de uma bobina maior

Desse modo, lidas e analisadas todas as evidências, concluiu-se que: mesmo que tenha sido um resultado do trabalho, a diminuição da velocidade das ondas, e consequentemente, da produção de energia elétrica, ao longo do tempo, essa proporção não seria a mesma nas ondas do oceano. Além disso, a utilização de uma bobina maior é a melhor opção, porque ela acendeu a luz com maior intensidade, e, então, produziria mais energia elétrica.

## Conclusão

Com base na assertiva construção final do protótipo para simular a usina ondomotriz escolhida e na simulação feita no site “phet.colorado.edu”, é possível atribuir êxito ao projeto em geral. O grupo conseguiu simular as ondas do oceano e, então, simular a produção de energia elétrica em um site, caso sejam ignorados fatores variáveis no experimento real, como atrito, disposição da água e ventania. No entanto, se esses fatores exteriores forem considerados, não se pode atribuir o êxito à parte experimental do simulador, já que não é possível concluir se a lâmpada acendeu ou não. Além disso, com o desenvolvimento do projeto em geral, foi possível incentivar mais estudos para tentar solucionar os problemas ambientais causados pelo uso de usinas não renováveis, visto que os estudos da energia advinda das ondas do oceano foram aprofundados.

## Referências bibliográficas

NASCIMENTO, Rodrigo L. APROVEITAMENTO DA ENERGIA DOS OCEANOS PARA A PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília, 2017. Disponível em: < [http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32821/aproveitamento\\_energia\\_nascimento.pdf?sequence=1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32821/aproveitamento_energia_nascimento.pdf?sequence=1) >. Acesso em: 07/06/2020

THORBUN, K; ACTA UNIVESITATIS UPSALIENSIS. Eletric energy conversion systems: wave energy and hydropowers, 2006. 60p, il. Tese (Doutorado). Disponível em: < <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A168645&dswid=6712> >. Acesso em 07/06/2020

GONÇALVES, A.; FEIJÓ F.; ABDALLAH P.; RESEARCHGATE. Energia das ondas: aspectos tecnológicos e econômicos e perspectivas de aproveitamento no Brasil,etal., 2015. 11p, il. Tese (Doutorado). Disponível em: < <https://docplayer.com.br/18953309-Energia-de-ondas-aspectos-tecnologicos-e-economicos-e-perspectivas-de-aproveitamento-no-brasil.html> >. Acesso em: 07/06/2020

CRUZ, J. M.; A. J.; INSTITUTO DO AMBIENTE ALFRAGIDE. Energia das ondas: SARMENTO introdução aos aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais, etal., 2004. 65p, il. Disponível em: < [http://www.energiasrenovaveis.com/images/upload/Energias\\_ondas\\_Cruz\\_1.pdf](http://www.energiasrenovaveis.com/images/upload/Energias_ondas_Cruz_1.pdf) >. Acesso em: 07/06/2020

SILVA, A.; BARRETO G.; JUNIOR H.; GONÇALVES J.; AMARANTE A.; REVISTA PESQUISA E AÇÃO, Braz Cubas. Energia Maremotriz, 2018. 9p, il. Tese (Doutorado). Disponível em: <



<https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/391/488> >. Acesso em: 07/06/2020

ENERGIA DAS ONDAS DO MAR. Laboratório de Tecnologia Submarina COPPE/UFRJ. Disponível em < >. Acesso em: 07/06/2020

## 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!

---

## G7 - O FUTURO DAS COMUNICAÇÕES: DO ARDUINO PARA MARTE

Eric Hashimoto; Eric Tsai; Felipe Tanabe; Nicolas Brito; Sérgio Torres; Vitor Tury.

**Professores Orientadores:** Gabriel Steinicke; Lilian Siqueira; Denis Massucato

---

### Resumo

Para evitar um futuro catastrófico em decorrência das mudanças climáticas, um dos focos dos especialistas atualmente é a colonização de Marte, e, para isso, cientistas estão desenvolvendo em uma nova ferramenta para comunicação a longa distância: o laser. Don Cornwell, da NASA, explica que o laser, por operar ondas 10.000 vezes menores que o rádio, reduzem os custos operacionais além de manter com clareza os dados enviados. O projeto visa determinar qual comprimento de onda do espectro da luz (cor do laser) mais eficaz para a comunicação a laser, afim de contribuir no desenvolvimento dessa tecnologia. O grupo usou uma plataforma de código aberto chamada Tinkercad para simular a comunicação interplanetária com componentes menores. Foi usado diferentes tipos de hardware (por exemplo, lâmpadas LED, transistores) e principalmente Arduinos, uma ferramenta de prototipagem eletrônica de fácil uso. O projeto não funcionou devido à limitação do software: o receptor não é programado para receber estímulos externos. Construir o protótipo real depende principalmente do comportamento desses componentes.

**PALAVRAS-CHAVES:** Marte, Laser, Comunicação interplanetária, Arduino, Tinkercad.

---

### Abstract

To avoid a catastrophic future due to climate change, one of the experts' focus today is the colonization of Mars, and for that, scientists are developing a new tool for long-distance communication: the laser. NASA's Don Cornwell explains that the laser, by operating waves 10,000 times smaller than the radio, reduces the operating costs and can maintain the data sent clearly. The project aims to determine which wavelength of the light spectrum (laser color) is most effective for laser

communication, in order to contribute to the development of this technology. The group used an open-source platform called Tinkercad to simulate interplanetary communication with smaller components. The group used different types of hardware (e.g. LED bulbs, transistors) and mainly Arduinos, an easy-to-use electronic prototyping tool. The project did not work due to the software's limitation: the receptor is not programmed to receive external stimulus. Building the actual prototype depends mainly on the behavior of these components.

**KEY-WORDS:** Mars, Laser, Interplanetary communication, Arduino, Tinkercad.

---

## Introdução

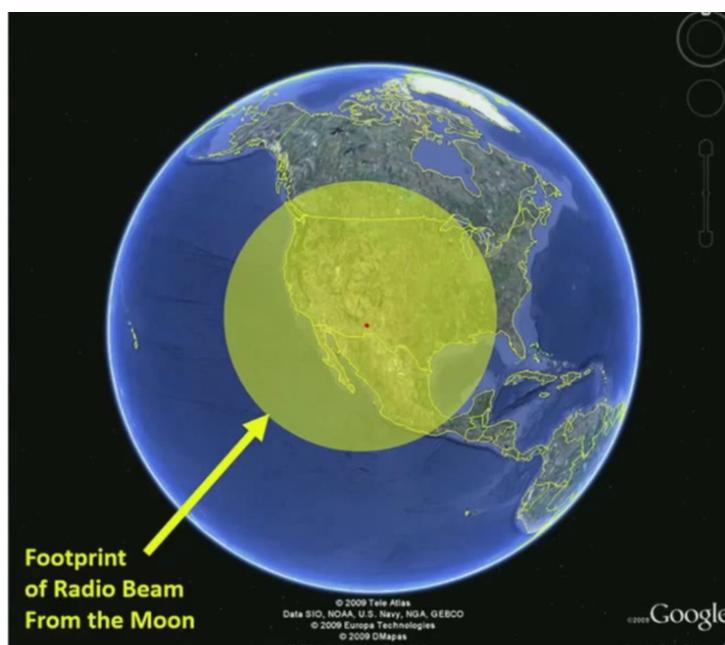
O mundo está evoluindo tecnologicamente em um ritmo intenso, e a saída dos seres humanos da Terra pode ser a única solução de sobrevivência diante um futuro catastrófico causado pelas mudanças climáticas. Um dos principais focos e projetos dos especialistas da área espacial e tecnológica são os planejamentos de viagem espacial e a ocupação de outros planetas, principalmente em Marte, que foi identificado pelos cientistas como o astro mais similar à Terra no Sistema Solar. Mesmo em tempos de pandemia, um foguete da Space X – empresa privada com grande interesse na exploração espacial, demonstrando interesse até para o turismo - foi lançado no espaço no dia 30 de maio de 2020, percebendo-se o grande esforço desses especialistas.

Um consistente sistema de comunicação interplanetário é essencial para a exploração e colonização de Marte, tão importante quanto fatores como a alimentação e moradia; além de manter contato com os futuros exploradores, abre caminho para uma futura “inter-globalização”, na qual o fluxo de informações entre os dois planetas seria tão natural como aqui na Terra. Durante muito tempo as ondas de rádio eram a melhor maneira para fazer essa comunicação, inclusive utilizada na primeira viagem à Lua para o contato entre a Terra e os astronautas.

A comunicação via rádio funciona perfeitamente na Terra, mas quando aplicada em distâncias interplanetárias, ela apresenta defeitos. As ondas perdem força e se dispersam conforme a distância, e por isso é necessárias antenas maiores e transmissores que requerem muita energia para manter a eficácia. Foi então que cientistas descobriram no laser um grande potencial para esta finalidade: o fato de

operarem em ondas 10.000 menores do que as ondas de rádio não só permite que mantenham o sinal mesmo em longas distâncias, mas também transmitir mais informações, gastar menos energia e diminuir os custos em manutenção (PAPPALARDO, 2014, p.11). Para exemplificar, Don Cornwell, chefe do setor de Comunicação Espacial da NASA (2015), explica que um sinal de laser transmitido da lua para a Terra se dispersa em uma área equivalente a um círculo de raio 6km; parece grande, mas ao analisar o sinal transmitido da tradicional banda-Ka de rádio, o sinal se dispersa em uma área superior ao território dos Estados Unidos.

Figura 1: Área de dispersão do laser e do rádio.



O círculo amarelo representa a área de dispersão das ondas de rádio quando transmitido da lua. Já o ponto vermelho, no centro da imagem, é a área dispersada pelo laser.

A NASA vem ampliando as pesquisas para desenvolver essa tecnologia, como na criação do LCRD (“Laser Communications Relay Demonstration”). O sistema consiste em uma série de satélites que servirão de meios intermediários entre o emissor e o receptor, ou futuramente, Terra e Marte e vice-versa (BALLARD, 2019). Segundo Rebecca Boyle, da revista *Popular Science* (2014, v. 284, p. 45), “isso pode mudar a maneira como os humanos exploram o sistema solar. Os Rovers poderiam levar ferramentas extras e enviar dados mais sofisticados. O streaming de vídeo em alta definição poderia permitir aos cientistas rastrear tempestades em Saturno como na Terra. E os astronautas poderiam ligar via Skype para casa”.

O projeto da equipe consiste num protótipo que simule a comunicação via laser entre dois “Arduinos” (plataforma de prototipagem eletrônica) e também, como parte dos objetivos, descobrir qual é a cor do laser (espectro da luz) mais eficiente para essa finalidade. A intenção é ajudar desenvolvedores da tecnologia descobrindo qual o comprimento onda do laser que, utilizando a mesma voltagem de energia, dispersa-se menos dados de acordo com a distância.

## OBJETIVOS

**Geral:** descobrir qual o comprimento de onda do espectro de luz ideal para comunicação a laser.

**Específicos:**

- Estudar a transmissão de dados via laser;
- Explicar a importância de uma rede interplanetária de comunicação;
- Estudar princípios básicos a respeito do hardware e do software em Arduinos;
- Programar via Arduino um protótipo que simule a transmissão de informação a longa distância;
- Realizar o experimento.

## Materiais e Métodos

Em virtude da pandemia e necessidade de isolamento social, o método inicial do grupo – simular com Arduinos o emissor e transmissão - não pôde ser concluído, uma vez que os materiais eram todos de posse do Colégio. Para tanto, foi utilizado a plataforma Tinkercad, programa conhecido pela facilidade na construção de modelos 3D que também simula Arduino.

O Tinkercad é uma plataforma gratuita e de código aberto para programação em Arduino. Existe uma extensa comunidade na internet, onde as pessoas compartilham seus trabalhos e trocam ideias.

**Material:**

Computador com acesso à internet;

Para a programação do software, foi utilizado a biblioteca <SoftwareSerial>, que tem como função especificamente estabelecer comunicação do Arduino com

outros dispositivos, inclusive outros Arduinos. O código abaixo foi criado pelo Professor Marlon Nardi (link nas referências).

```
1 #include <SoftwareSerial.h>
2 SoftwareSerial SerialCriada(2, 3); // RX, TX.
3 void setup() {
4     // Abre a serial para enviar dados
5     Serial.begin(9600); // Velocidade de 9600 bits por segundo.
6     Serial.println("Envie o que quiser!");
7     SerialCriada.begin(4800); // Velocidade de 4800 bits por segundo.
8 }
9 void loop() {
10    if (Serial.available()) { // Se a serial tiver dados em seu buffer.
11        SerialCriada.write(Serial.read()); // Escreve na serial dados a SerialCriada
12    }
13 }
14 |
```

Figura 2: Código do Arduino emissor.

```
1 #include <SoftwareSerial.h>
2 SoftwareSerial SerialCriada(2, 3); // RX, TX
3
4
5 void setup() {
6     // Abre a serial para receber dados
7
8     Serial.begin(9600); // Velocidade de 960000 bits por segundo.
9     Serial.println("Aguarde pelos dados.");
10    SerialCriada.begin(4800); // Velocidade de 4800 bits por segundo.
11 }
12
13 void loop() {
14    if (SerialCriada.available()) { // Se a serial tiver dados em seu buffer.
15        Serial.write(SerialCriada.read()); // Escreve na serial dados a SerialCriada
16    }
17 }
18
```

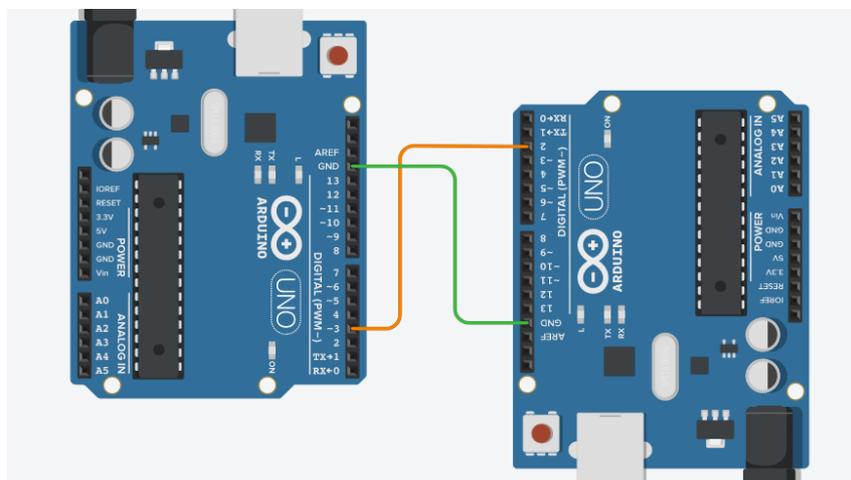
Figura 3: Código do Arduino receptor

Para compreender o projeto, é necessário conhecer as linhas de código:

A primeira linha é a importação da biblioteca. Na segunda, é criado um objeto de classe *SoftwareSerial* chamada 'SerialCriada', com os argumentos (2, 3) indicando as portas de entrada e saída. Isso significa que na porta 3 de um Arduino sai informações que são captadas pela porta 2 de outro Arduino.

No void loop(), é necessário entender os objetos 'SerialCriada' e 'Serial'. A primeira é uma variável que armazena data, sendo comum entre os dois Arduinos. Já a segunda é um monitor onde o usuário consegue ler e escrever a mensagem. Assim, enquanto no Arduino emissor o computador pega as informações do Serial e armazena na SerialCriada, no receptor o computador pega as informações da SerialCriada e imprime no Serial; tudo isso graças as funções "write" e "read", embutidas na biblioteca padrão.

O protótipo Hardware abaixo estabelece um contato simples utilizando jumpers:

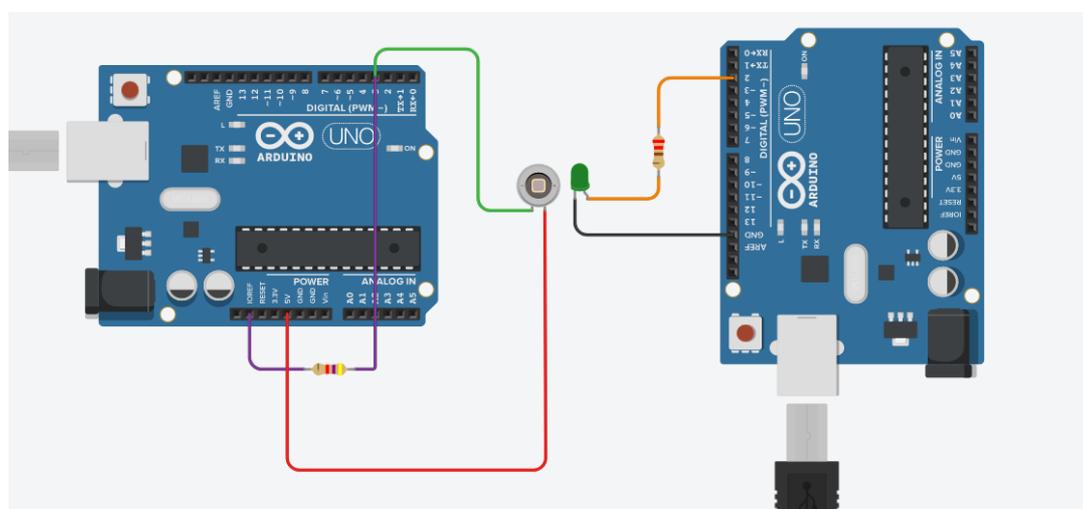


O Arduino da esquerda é o emissor, enquanto o da direita, o receptor. Vale ressaltar que a informação é transferida sempre na direção 3 → 2 (jumper laranja).

**Figura 4:** Esquema da comunicação entre dois Arduinos por jumpers.

A plataforma do Tinkercad não oferece o componente que emite laser, portanto foi optado pelo uso do LED. O emissor (Arduino da direita) transmite, por meio do LED, as informações, que são captadas pelo fotodiodo do receptor (Arduino da esquerda).

Trocando o jumper do emissor por um LED e o jumper do receptor por um fotodiodo, o resultado final configurou-se no seguinte modo:



**Figura 5:** Configuração final do Hardware

Projeto disponível em: <https://www.tinkercad.com/things/iuViR3kg5XE-steam-prototipo-arduino>

## Resultados e Discussão

O projeto não funcionou adequadamente: não foi possível estabelecer a comunicação entre os dois Arduinos na configuração final. Isso se deve ao seguinte fator:

O fotodiodo do Tinkercad não é programado para notar estímulos externos.

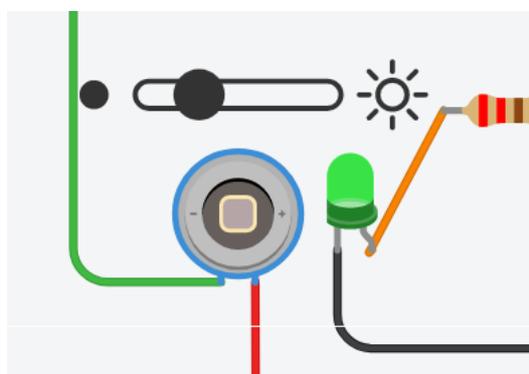


Figura 6: Barra controladora de luminosidade do fotodiodo

Por outro lado, no protótipo de jumpers o resultado foi satisfatório. A mensagem foi de fato enviada, o que torna possível concluir que não existe problema no software.



Figuras 8 e 9: monitor serial do emissor (direita) e receptor (esquerda): resultado satisfatório

## Conclusão

O projeto é impossível de ser feito no Tinkercad, mas não significa que não funcionaria na prática. Na vida real, existe chance de o software funcionar, mas ainda é imprevisível o comportamento dos componentes. Não foi possível concluir, portanto, qual o comprimento de onda do espectro de luz ideal para comunicação a laser.

## Referências

BAGGALEY,K; BOYLE,R. Year in Science. Popular Science, [s. l.], v. 284, n. 1, p. 45, 2014. Disponível em:  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=hxh&AN=94755065&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 21 abr. 2020.

BALLARD, J.G. Laser Communications Relay Demonstration (LCRD) Overview: Science and technology multiply around us. To an increasing extent, they dictate the languages in which we speak and think. Either we use those languages or we remain mute. NASA, 2019. Disponível em: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/tlm/lcrd/overview.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/tlm/lcrd/overview.html). Acesso em: 21 abr. 2020.

PAPPALARDO, J. Lunar Laser. Popular Mechanics, [s. l.], v. 191, n. 1, p. 11, 2014. Disponível em:  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ulh&AN=94072951>. Acesso em: 21 abr. 2020.

CORNWELL, D. NASA's Optical Communications Program: 2015 and Beyond, 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lqdmc42IFCg&feature=youtu.be>. Acesso em: 29 maio 2020.

Imagem 1: Disponível em: <https://youtu.be/lqdmc42IFCg?t=438>. Acesso em: 29 maio 2020

Trabalho do professor Marlon Nardi: <https://www.marlonnardi.com/p/comunicacao-entre-arduino-utilizando.html>

Imagens 2, 3, 4, e 5, 6, 7, 8, 9: feitas pelos autores

## 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!

---

## C7 - EXPLORAÇÕES DO CARBONO E SUAS DIFERENTES FORMAS

Eduardo Kenzo Kishi, Henrique Dai Maki, Pedro Campos Dec, Fabricio Masutti, Lucianne L. dos Santos

---

### RESUMO

Com o crescimento da utilização de recursos naturais, ao longo dos anos, os problemas ambientais vêm aumentando exponencialmente, deixando a vida na Terra cada vez mais próxima do seu fim. Portanto, tem sido crucial o controle do uso sustentável desses recursos naturais e a descoberta de melhores métodos e materiais para reduzir nossos gastos e simultaneamente manter a alta produção para suprir a demanda atual. O grupo, a fim de encontrar formas de produção mais eficientes, decidiu concentrar-se na questão de condutividade elétrica de materiais. Sendo assim, foram realizadas pesquisas e experimentos (utilizando um multímetro) sobre o carbono e suas diferentes estruturas presentes em materiais diversos, com a intenção de revelar o melhor condutor elétrico, capaz de substituir o cobre, que é o condutor mais utilizado e com melhor custo-benefício, atualmente. Após as pesquisas, o grupo concluiu que, entre todas as fórmulas estruturais do carbono, a mais propensa a substituir o cobre nos quesitos de condutividade elétrica é o grafeno. Embora os resultados obtidos apontem que essa substituição seja muito efetiva, no cenário atual, ela não poderia ocorrer em escala global devido ao altíssimo custo de produção dessa substância e a insuficiência da tecnologia atual de melhorar os métodos de produção para enfim englobar o grafeno na indústria mundial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Grafeno, Carbono, Condutividade, Energia, Eficiência

---

### ABSTRACT

The large boost in natural resources utilization has been exponentially increasing the environmental problems over the years, and unfortunately because of this, life on Earth is getting closer to its end. So according to this fact, it has been crucial these days and age to control the usage of natural resources and discover

better methods and materials in order to decrease our expenses and at the same time improve our productions. The group, to find more efficient ways of producing, decided to work more specifically at the electric conductivity "scenario". Furthermore, conducting research and some experiences (utilizing a multimeter) about carbon's forms to find out the material that conducts more electricity in less time (with the intention of finding a substance better than copper, which is the most used and the best cost-efficient conductor nowadays). At the end of the process, the group concluded that amongst all the different chemical expressions of carbon, the most susceptible to substituting copper in the electrical meaning is graphene. Although the result shows major advantages to this act, the extremely high cost of this substance due to the lack of time to improve the production methods results in the impossibility to take such leaps towards a more green world nowadays.

**KEY-WORDS:** Graphene, Carbon, Conductivity, Electricity, Effectiveness

---

## Introdução

Atualmente, no mundo contemporâneo em que vivemos, é visível e extremamente preocupante os nossos enormes e exagerados gastos com recursos materiais que, infelizmente, vem aumentando e trazendo à natureza danos que certamente demorarão muitos anos para serem recuperados e até mesmo danos irreparáveis. A situação é tão alarmante que no dia 29 de Julho do ano passado (2019) o planeta atingiu o ponto máximo de uso de recursos naturais que poderiam ser renovados sem ônus ao meio ambiente, o que significa que significa que a partir daquele dia, os recursos utilizados, estariam em "crédito negativo" (Global Footprint Network). Tendo em vista que nossos gastos poderão nos levar a um caminho perigoso tanto para o meio ambiente quanto para nós mesmos, é imprescindível a busca por estratégias e recursos que sejam mais vantajosos e efetivos que os presentes. Levando em consideração os fatos narrados previamente, foi conduzido pesquisas e experimentos pelo grupo, com foco na busca por materiais mais eficientes, mais especificamente, no âmbito da condutividade da energia elétrica pois além do fato de que quando a energia é perdida no caminho, estamos em teoria perdendo recursos que participam da produção de energia na fonte, boa parte da

perda em qualquer situação que envolva este meio de energia, acontece quando está sendo transferido.

Durante a pesquisa realizada na procura pelo melhor e mais sustentável material condutor, o grupo encontrou o grafeno - nome que vem da combinação de grafite e grafeno (BOEHM, Hanns-Peter)-, que de modo geral, é uma das formas cristalinas que o carbono pode ter -tal como o grafite e o diamante-, e que é considerado por muitos um material do "futuro" devido às suas diversas propriedades e características, como excelente condução elétrica, maleabilidade, durabilidade (resistência) e impermeabilidade, sendo assim uma possível solução para questão problema.

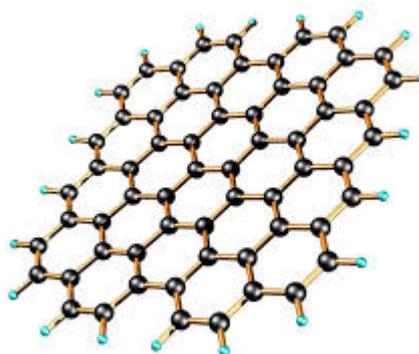
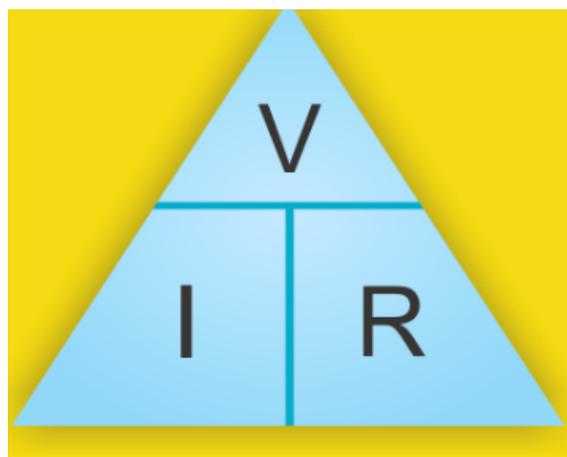


Imagem: Grafeno

Contudo, após ver que o carbono pode assumir diferentes formas com propriedades distintas (SCHMIDT, Mike) o grupo acabou se interessando em analisar e comparar os diferentes derivados do carbono, visando ainda a busca pelo material que conduz eletricidade de forma mais eficiente.

Portanto, devido às inúmeras formas, resolveu-se analisar apenas 7 materiais: grafeno, grafite, madeira, plástico, borracha, algodão e cobre (sendo os seis primeiros compostos por carbono, e o último o melhor metal condutor conhecido e utilizado na atualidade), através do uso de uma carga pequena (1,5V), de um multímetro para medir a resistência elétrica do material e do uso da Lei de Ohm, que afirma que a razão entre a tensão e a resistência elétrica é o resultado da corrente conduzida, valor que indica, de forma geral, a eficiência na condução da energia elétrica.



Lei de Ohm

## OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Estudar a condutividade elétrica em diferentes derivados do carbono

Objetivos Específicos:

- Adquirir materiais e realizar os experimentos, obtendo os resultados
- Estudar o conceitos de condução elétrica como a lei de Ohm
- Obter resultados

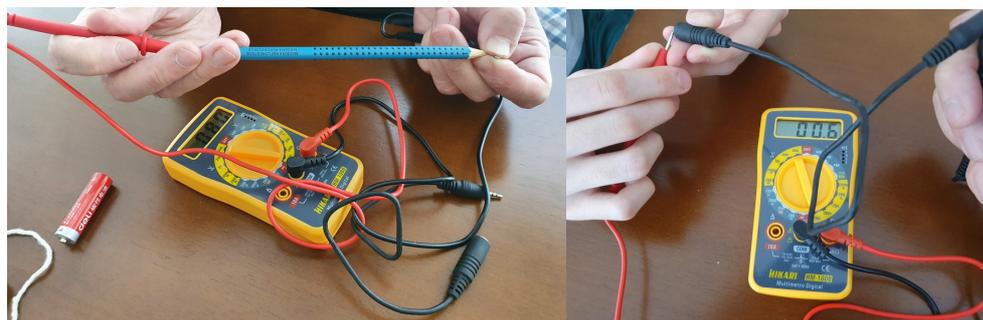
## MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado um multímetro para medir, a partir de uma descarga de energia de 1,5V, a resistência elétrica de diferentes materiais, sendo eles: borracha, algodão, plástico, madeira, grafite e cobre. Entretanto, o grafeno, por ser custoso no momento atual da ciência, obtemos o valor de sua resistência a partir de pesquisas. Em seguida, os resultados foram analisados, utilizando a lei de Ohm para estabelecer um parâmetro entre a tensão entre dois pontos e a corrente elétrica identificada, e logo, sua composição química com ênfase no carbono, após os resultados obtidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados/Materiais	madeira	plástico	algodao	borracha	grafite	cobre
Resistência	muito alta	muito alta	muito alta	muito alta	8,0Ω	0,5Ω
Corrente Conduzida	perto de 0	perto de 0	perto de 0	perto de 0	180ma	2940ma

Ao utilizar a Lei de Ohm podemos concluir que as formas do carbono pesquisadas, com exceção do grafeno e grafite, são ótimos isolantes (ao analisar as resistências elétricas dadas nos resultados), portanto péssimos condutores. Agora, tratando-se do grafite, grafeno e cobre, ao observar as correntes conduzidas, pode-se dizer que são ótimos condutores,, devido ao suas baixas resistências.



Imagens: teste com grafite e com cobre

## CONCLUSÃO

Levando em consideração os resultados das pesquisas e dos experimentos, podemos finalmente concluir que de fato sim, o grafeno conduz de forma melhor a eletricidade que o cobre, que, até então, era considerado o melhor condutor dentre todos os materiais. Portanto, pode-se deduzir que o grafeno é uma solução para efetivar a condução elétrica, assim podendo diminuir os gastos com condutibilidade. Isso é válido no entanto num longo termo, já que, apesar de ser um material mais eficiente, é mais custoso que os utilizados hoje em dia.

## REFERÊNCIAS

CHEN, Pai-Yen; LU; Andrea. Atomically Thin Surface Cloak Using Graphene Monolayers. ACS Publications, 2011. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn201622e>> . Acesso em: 25 mar. 2020.

SCHMIDT, Silke. Science News For Students. Middle Search Plus. Publicado em: 30 de outubro de 2019. Disponível em: <<http://web.b.ebscohost.com/ehost/viewarticle/render?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk51e45PFKsq22TbKk8orn1%2bpG8ejhd%2bfZvk6tra1KrqiuOLOwsUm4qrU4zsOkjPDX7lvf2fkB7eTnfluntU6xrbNNtai2PurX7H%2b72%2bw%2b4ti7hefeplzf3btZzJzfhrunsVGyprJNtKukfu3o63nys%2baM6%2bLkjeri8n326gAA&vid=1&sid=e1a49702-5cf6-4bf9-a5b2-367deb2a40b9@pdc-v-sessmgr01>> . Acesso em: 25 de mar. de 2020. (para acessar tem que copiar o link em uma guia que estiver logada no explora).

FURHRER, Michael. Graphene – The Best Electrical Conductor Known to Man. Publicado em: 25 de março de 2008. Disponível em:

<<https://www.azom.com/news.aspx?newsID=11679>> . Acesso em : 2 de setembro de 2020.

GRAPHENE Thermal Conductivity - introduction and latest news. Graphene-info, 2019. Disponível em: <<https://www.graphene-info.com/graphene-thermal#:~:text=The%20measured%20thermal%20conductivity%20of.K%E2%88%921%20at%20room%20temperature.>>>

Acesso em: 7 jun. 2020.

---

## D5 - TETO VERDE COM SUA MELHORA NA QUALIDADE DE VIDA

Sofia Alonso; Maria Eduarda Patury; Maite Karniol; Julia Murad;

Professora Orientadora: Mariane Cavalheiro

---

### Resumo

Nossa pesquisa visa aprofundar o estudo sobre o telhado verde, que se tornou uma alternativa possível em muitas regiões, proporcionando qualidade de vida e diminuição de uso de energia para o resfriamento dos locais, a fim de diminuir a temperatura interna dos ambientes, a um custo menor pode ser uma possibilidade de repensarmos os ambientes sustentáveis. Para isso, em meio a Pandemia o experimento se adaptou as circunstâncias adversas e usos de materiais comuns com medidores simples de temperatura. O resultado obtido foi teve um resultado significativo, sendo capaz de provar nossa hipótese desde o início do projeto de que a sobreposição de plantas como infraestruturas em telhados de residências e edifícios trariam a diminuição da temperatura interna do ambiente, nesse caso do experimento o recipiente se manteve em três graus abaixo.

---

### Abstract

Our research aims to deepen the study on the green roof, which have become a very smart alternative to improve the quality of life and its cost benefit adopted by many, in order to decrease the internal temperature of environments, at a very low cost. To accomplish this, we used a black fabric, a white pot, some plants and a cell phone with an app which measures room temperature, all simple materials, however effective for proving our theory. The result obtained was very successful, being able to prove our hypothesis since the beginning of the project that the green roof would lower the internal temperature of the container, being an inexpensive and effective way of lowering the indoor temperature with just the use of plants.

**Key-words:** green roof, temperature, quality of life

## Introdução

Todos os seres humanos estão dispostos a convivência com o meio ambiente, este exercendo então, grande importância na vida de todos. Por isso, deve-se procurar meios a fim de preservá-lo. Caso ele não seja bem cuidado, possui por resultado consequências severas, como o aquecimento global e uma série de outros problemas. É nele que encontramos o básico para nossa sobrevivência: água, alimentos, matérias-primas, etc.

A pesquisa referente ao telhado verde visa meios alternativos a fim de amenizar os impactos de ações necessárias, objetivando principalmente uma melhor condição de vida na casa. Sendo assim, dessa maneira, as pessoas possuam uma melhor qualidade de vida, mas com menos impacto negativo no meio ambiente.

Para isso, será realizado um experimento para comprovar a hipótese desenvolvida. Esta refere-se a quanto maior a porcentagem de telhado preenchida com área verde, menor será a temperatura interna da casa. Para isso temos diferentes etapas.

Muito se fala sobre os benefícios de se ter um telhado verde, são alguns deles o “valor estético dentre outras conveniências que não somente agregam valor, como servem para dar mais qualidade de vida a quem vive no meio urbano da cidade”

(NETO, Geraldo Silvio Leite. “Teto Verde: construção sustentável e reaproximação do homem a ambientes verdes em Manaus”).

Considerando que a população mundial vem crescendo cada vez mais, de fato faz-se necessária a evolução no ramo da engenharia, uma vez que se isso não ocorrer, num futuro não muito distante, não será mais possível extrair os recursos naturais da Terra, estes, que são limitados.

## Objetivo

Diminuir a temperatura do ambiente de residências e edifícios com a sobreposição de plantas (telhado verde) para a melhoria da qualidade de vida.

Objetivo específico: medir as temperaturas em dois experimentos diferentes com a sobreposição de plantas e comparar com ambientes sem essa proteção.

## **Materiais e Métodos**

- o Pote branco.
- o Tecido preto.
- o Folhas.
- o Termômetro de ambiente ou celular com aplicativo para medir temperatura externa.

Para a primeira etapa, visa-se medir a temperatura interna do pote (que representa a casa) com a arte superior vazia, ou seja, sem folhas (área verde). Na segunda etapa, preencher parte da área total do telhado com área verde e novamente medir a temperatura interna do pote. Para a terceira etapa, preencher mais e medir a temperatura interna mais uma vez. E para finalizar, na quarta etapa, preencher toda a área do pote com área verde e, assim como todas as outras, mede novamente a temperatura.

## **Resultados e Discussão**

Quando o recipiente branco, que simulava a casa, sob um tecido preto, foi exposto ao Sol por alguns minutos, sem nenhuma planta sobre sua superfície, a temperatura interna da “casa”, marcava 30°C. Em seguida, quando foram adicionadas folhagens sobre o recipiente com o tecido, ainda exposto ao Sol, após alguns minutos a temperatura interna se fez 27°C.

A diminuição da temperatura interna da casa em 3°C, após a colocação das folhagens sobre sua superfície, comprova que de fato o telhado verde é um fator determinante para a temperatura média interna de uma casa. Dessa forma, prova-se que a implantação de telhados verdes nas casas, além de ser benéfica para natureza, por aumentar a área com plantas, principalmente em paisagens urbanas, onde essas áreas são geralmente menores, também diminui significativamente a necessidade do uso de ventiladores e aparelhos de ar condicionado, os quais demandam uma quantidade considerável de energia elétrica.

Os benefícios mais óbvios quanto ao telhado verde são aqueles atrelados ao meio ambiente. Apesar disso, por reduzir indiretamente o consumo de energia

elétrica, ele acaba reduzindo os custos mensais dos moradores das casas que o possuem.

## Conclusão

Após o experimento, pôde-se concluir que a temperatura interior do pote (representante da casa), como esperado, diminuiu proporcionalmente a quantidade de verde que foi colocado no telhado. A partir de tal, a qualidade de vida melhora, por não ter que usar ar condicionado com frequência, por exemplo, assim beneficiando não só os moradores da casa como também o meio ambiente. Por reduzir indiretamente o consumo de energia elétrica, o telhado verde acaba reduzindo os custos mensais dos moradores das casas que o possuem. Isso permite que o dinheiro que seria gasto com despesas de energia, seja usado para outros fins, tais como lazer ou até mesmo melhorias em outras áreas da casa.

## Referências

COUTINHO, Eloyse Cabral. “Conceito sustentável na decoração de interiores”. Revista On-line IPOG,2013. Disponível em:  
<http://www.ipoggo.com.br/uploads/arquivos/9e00138e9e6fb005c7033d91ce577e07.pdf> .Acesso em 20/04/2020

NETO, Geraldo Silvio Leite. “Teto Verde: construção sustentável e reaproximação do homem a ambientes verdes em Manaus”. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, Ano 03, Ed. 11, Vol. 08, pp. 114-127 Novembro de 2018. Disponível em:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/6dcf/d2610ae227c151e30ba76f0344f707784c0e.pdf> .Acesso em 20/04/2020

PENDIUK, Fábio; MOISÉS, zabela Cristina; PEREIRA, Izabela Cristina.” Telhado verde: a evolução da tecnologia e suas funcionalidades”. Revista eletrônica dos cursos de engenharia, Gest. Tecnol. Inov. Vol.01 n.3, 2017 Setembro – Dezembro. Disponível em:  
<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo3-n3-Fabio-Pein.pdf> . Acesso em 20/04/2020

RIGHI, Débora Pedroso ; KOLER, Lucas Guilherme ; LIMA, Rogério Cattelan Antochaves de ;NETO, Almir Barros da S. Santos ; MOHAMAD, Gihad.” Cobertura verde: um uso sustentável na construção civil”. Mix sustentável,2016. Disponível em:  
<http://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1514>

Acesso em: 20/04/2020

VAZQUEZ, Elaine Garrido ; ASSIS, Gabriel Rodrigues de ; LOPES, Géssica Cecília Palmerim ; REGO, Karolline Dias do ;MEDEIROS, Larissa Porcello Marques de. “TELHADOS VERDES COMO MEIO DE EQUIDADE SOCIAL PARA COMUNIDADES”. IV SIMPÓSIO NACIONAL



DE EMPREENDEDORISMO SOCIAL ENACTUS BRASIL,2016. Disponível em:  
<http://brazil.enactusglobal.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/TELHADOS-VERDES-COMO-MEIO-DE-EQUIDADE-SOCIAL-PARA-COMUNIDADES.pdf>. Acesso em: 20/04/2020

## **D8 - DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA; SOLUÇÃO PARA A SECA NO NORDESTE BRASILEIRO**

Emily Matsuyama ; Felipe Kim ; João Pedro Fiori ; Rafaella Gigueira ;

Professor Orientador: Gabriel Oliveira

---

### **Resumo**

Não só por conhecer a luta pela qual milhões de brasileiros no nordeste do país passam todos os dias devido à falta de acessibilidade da água potável. Mas também sabendo que há muita água salgada poupada neste território. Nosso grupo decidiu pensar em uma mansão para dessalinizar a água. É um sistema caseiro fácil, que depende apenas de uma panela, uma tigela e um fogão. Ao adicionar a água salgada à panela e estabelecer a tigela no meio da panela, a pessoa precisa ligar o fogão e virar a tampa da panela de cabeça para baixo para que o cabo da panela fique virado para cima. O que acontecerá durante o processo é que a fraca ligação química da água evaporará e se transferirá para o cabo da panela enquanto o sal não o fará. Após alguns segundos, a água se condensará e cairá dentro da panela. A água contida na tigela será dessalinizada. Mesmo que o resultado do projeto não seja 100% eficaz para transformar a água suja em água potável, as pessoas pobres que não têm condições suficientes para receber saneamento básico em suas próprias casas podem usar o sistema para usar a água para limpar suas casas ou mesmo para cozinhar.

**PALAVRAS-CHAVE:** ÁGUA SALGADA, DESSALINIZAÇÃO, CASEIRA, ÁGUA POTÁVEL

---

### **Abstract**

By knowing not only the struggle in which millions of Brazilians in the northeast go through every day due to the lack of accessibility of potable water. But also knowing the fact that there is plenty of brine water spared in this territory. Our group decided to think of a handy manor to desalinate the water. It is an easy homemade system depending only on a pot, a bowl, and a cooker. By adding the salted water to the pot

and establishing the bowl in the middle of the pot, the person needs to turn the stove on and turn the pot lid up-side-down so the pot handle faces towards. What will happen during the process is that the weak water chemical bond will evaporate and transfer to the pot handle while the salt won't. After some seconds, the water will condense and fall into the bowl. The water contained in the bowl shall be desalinated. Even though the result of the project is not 100% effective to transform the dirty water into potable water, the poor people who don't have enough conditions to receive basic sanitation in their own houses can use the system to use the water to clean their homes or even to cook.

**KEY-WORDS:** BRINE WATER, DESALINATION, HOMEMADE, POTABLE WATER

---

### **Introdução:**

Dessalinização da água; solução para a seca no nordeste brasileiro

Sabe-se que apenas 3% da água do planeta Terra é doce, ou seja, a maioria (97%) está nos mares e oceanos. Mesmo ocupando maior parte do planeta, água é distribuída de forma desigual: 60% se encontram em apenas 9 países, enquanto 80 outros enfrentam a falta de água potável, gerando doenças causadas por águas salobras.

Sendo colocado como o país que possui maior ocupação de água por metro cúbico, o Brasil vive um problema onde a distribuição de água é desigual, de modo que 70% está na Amazônia, região com menos de 7% da população nacional (existe muita água em local com poucos habitantes), 15% no Centro-Oeste, 6% no Sul e no Sudeste e apenas 3% no Nordeste. Além disso, 46% da água é desperdiçada nos vazamentos das tubulações ao longo das redes de distribuição.

O Nordeste é a região com maior desvantagem em relação a distribuição de água. Além de problemas como baixa pluviosidade e irregularidade das chuvas, apresenta uma estrutura geológica que não permite acumular água no subsolo. Devido ao aquecimento global e por se localizar em uma região com altas temperaturas, a população rural transpira muito, perdendo sais que devem ser repostos pela ingestão de líquidos.

Em virtude do difícil transporte e acesso à água potável, a dessalinização demanda um alto custo de manutenção e operário. No Ceará, cerca de 30% dos equipamentos distribuídos encontram-se paralisados.

Com base nessa situação, será desenvolvida uma maneira para dessalinizar a água, usando a osmose reversa, de forma acessível e eficiente à todos, principalmente na região nordestina, que demanda uma grande ingestão de sais minerais por meio da água. A osmose reversa mesmo sendo considerada o método mais eficaz, possui um alto investimento, mas que seria mais barato e competente.

### **Objetivos:**

Objetivo Geral;

Analisar uma possível técnica de dessalinização das águas provenientes dos poços artesianos do nordeste brasileiro a fim de deixá-las potável.

Objetivos Específicos;

analisar as regiões de maior índice de ausência de água potável no nordeste brasileiro

- localizar a região de poços artesianos
- examinar maneiras para a retirada da água
- retirar a água
- dessalinizar a água
- avaliar quais sais minerais foram perdidos durante o processo
- adicionar esses sais mineiras a fim de que a água se torne potável e disponível para o consumo

### **Materiais e Métodos:**

Lista de materiais para o dessalinizador

- Filtro de água caseiro, comercial, de plástico, com capacidade de 4L
- Vela de cerâmica
- Material biológico
- Água de baixa salubridade
- Semente de umbu

Utilizou-se no preparo do dispositivo dessalinizador um "filtro" de água caseiro, comercial, de plástico transparente, com capacidade de 4 L, contendo uma vela oca de cerâmica adaptada como elemento filtrante.

Foram realizados dois procedimentos para dessalinização da água salobra usando-se a montagem acima referida, aplicando-se o material biológico tratado segundo os procedimentos descritos a seguir e água de baixa salubridade, mantendo-se a proporção de 1 g: 100 mL. Da água filtrada transferida através da vela filtrante para a parte inferior coletora foram recolhidas alíquotas para a determinação de sódio por fotometria de chama.

#### - **Procedimento A**

Consistiu no enchimento da vela de cerâmica com o material biológico selecionado e adaptação ao "filtro" contendo a água salobra a ser filtrada em fluxo constante, através da vela "recheada". Um suporte de polipropileno com roscas de teflon foi utilizado para sustentar a mesma dentro do "filtro". A vela foi preenchida com o material biológico (sementes de umbu, previamente lavadas, trituradas e secas a 250 °C) e adaptada ao "filtro". A água salobra colocada no reservatório superior do "filtro" foi submetida ao processo de filtração usando-se dois tipos de velas de cerâmica encontradas comercialmente, com porosidades diferentes, o que produziu diferentes fluxos da água a ser filtrada.

#### - **Procedimento B**

Consistiu na adaptação de um regulador de fluxo tipo equipo à vela oca de cerâmica, visando interromper o fluxo durante o processo de agitação da água com o material biológico na parte superior do filtro, feito com bastão de vidro, mantendo-se o contato por 10 min antes de permitir a filtração

### **REFERÊNCIAS:**

TALES M. Soares I; Iran J. O. da Silva; Sergio N. Duartel; Ênio F. de F. e Silva. Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa. Scielo 2005 [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662006000300028&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662006000300028&script=sci_arttext) acesso em 2020

DUBON, J. A. M.; Pinheiro, J. C. V. Aproveitamento de águas residuais provenientes de dessalinizadores instalados no Estado do Ceará. Repositório 2004. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/5301> acesso em 2020

MENEZES, Joilma da S.; CAMPOS, Vânia P.; COSTA, Tadeu A. de C. Desenvolvimento de dispositivo caseiro para dessalinização de água salobra a partir de sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 379-385, 2012.

SILVEIRA, Micheline Crispim da. Avaliação de um sistema hídrico para dessalinização de águas salinas pelo processo de osmose inversa. Sistemoteca. 1999. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/6931> acesso 2020

OLIVEIRA, André Moreira de, DA SILVA DIAS, Nildo, FREITAS, Jair José Rabelo, MARTINS, Daniel Freitas Freire, RABELO Lycia Nascimento. Avaliação físico-química das águas do processo de dessalinização de poços salobros e salinos em comunidades rurais do oeste potiguar. ABAS. 2015

Azevedo, Cesar Max de. Dessalinização de águas subterrâneas voltado para o agronegócio. Biblioteca digital de monografias 2016 <https://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/2203>.

---

## E4 - CRESCIMENTO DE PLANTAS A PARTIR DE LUZES ARTIFICIAIS EM ESTUFAS SUBTERRÂNEAS

Ana Luísa Palharini; Giovanna Tanaka e Juliana Campos

Professora orientadora: Lílian Siqueira

---

### Resumo

As pesquisas realizadas foram importantes e intrigantes para descobrir e estudar formas de reduzir a fome no mundo. Esse é um problema comum que pode ser resolvido construindo uma estufa subterrânea contendo luz, temperatura e ambiente corretos para as plantas. O experimento teve como objetivo concluir quais tipos de luzes foram mais eficazes na fotossíntese de mudas de manjeriço na ausência de luz solar. O nível controle foi iluminado pela luz solar e outras três mudas divididas em caixas com diferentes tipos de luz. A primeira caixa foi montada apenas com LED, a segunda com LED e lâmpada incandescente e a última com LED e celofane azul. O crescimento das mudas foi analisado por três semanas. No final desse período, a muda que mais apresentou resultados era a da caixa que continha um LED e uma lâmpada incandescente, o manjeriço nessa condição cresceu 2 centímetros, o melhor resultado. Apesar das pesquisas feitas sobre o celofane, o terceiro nível não conseguiu ser feito com a lâmpada incandescente, pois apresentou fumaça. Além disso, a bateria precisava ser trocada diariamente, pois trocar a cada três dias não foi suficiente. Porém, o resultado implicou uma solução para a fome, pela efetiva fotossíntese em estufa subterrânea com LED e lâmpada incandescente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotossíntese; estufa subterrânea; muda de manjeriço; luz LED; lâmpada incandescente; celofane.

---

### Abstract

All the research done for the project was valuable and intriguing to discover and study ways to reduce hunger in the world. This is a common problem that our group attempted to solve by building an underground greenhouse that contained the

appropriate lighting, temperature and conditions for the plants. The experiment aimed at concluding which types of lighting were more effective in the photosynthesis of basil seedlings in the lack of sunlight. The control group was illuminated by sunlight and three other seedlings divided into boxes with distinct types of light. The first carton was mounted just with LED, the second one with LED and an incandescent lamp and the last one with LED and blue cellophane. The seedlings growth was analyzed for three weeks. At the end of this period, the most thriving seedling was in the box which contained a LED and the incandescent lamp, the basil under these conditions grew 2 centimeters, the best result. The experiment in the third carton could not be carried out, because smoke was observed due to the contact between the incandescent lamp and the cellophane. Besides that, the battery needed to be switched daily, as changing it every three days was not enough. However, the result implied a solution for hunger, by effective photosynthesis in the underground greenhouse with LED and incandescent lamp.

**KEY-WORDS:** Photosynthesis; underground greenhouse; basil seedlings; LED light; incandescent lamp; cellophane.

---

## Introdução

A situação da fome é considerada um dos problemas mais graves do mundo, que hoje chega a atingir 805 milhões de pessoas. Segundo a definição da Organização das Nações Unidas (ONU), "a segurança alimentar só existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a uma alimentação suficiente, segura e nutritiva que satisfaça as suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável". A solução para um transtorno que possui um impacto tão grande como esse requer uma série de medidas que muitas vezes são apenas adiadas, ocasionando na persistência do problema. <sup>1</sup>

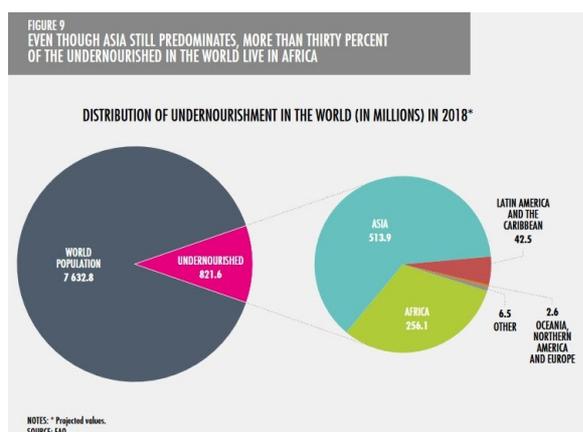


Figura 1 - Gráfico de fome no mundo



Figura 2 - Crianças passando fome

Além disso, ao considerar o crescimento populacional é possível deduzir que haverá a falta de espaço na superfície terrestre para a agricultura, sendo mais um empecilho para superar a fome. De acordo com a ONU, em 2050 a população total no mundo será de 9 bilhões, sendo que atualmente têm-se por volta de 7,5 bilhões. Dessa forma, a taxa de crescimento da população mundial por ano será de 0,33%. Contudo, vale enfatizar que esse crescimento não acontece de forma homogênea em todos os continentes, e esse valor é apenas uma média.<sup>2</sup>

Ao refletir sobre essas questões é evidente como os ambientes superficiais serão escassos em anos posteriores; e levando em conta a má utilização do espaço subterrâneo, foram refletidas algumas maneiras que pudessem reverter tal situação. A ideia de reaproveitamento do subsolo inclusive já foi considerada e efetivada em 1898 nos Estados Unidos, mas nesse caso, para a implementação de hidrelétricas. Apesar disso, cada vez mais é mostrado o interesse em aproveitar esse espaço para outras utilidades, como por exemplo para usinas nucleares (DUFFAUT, 2007).

Para resolver esse impasse, a solução encontrada foi construir uma estufa subterrânea que pudesse ser utilizada para um melhor reaproveitamento dos espaços do subsolo, e assim, no aumento da plantação de alimentos.

Na construção de uma estufa agrícola, deve-se escolher um local, e deste fazer a metragem, enquadramento, alinhamento e nivelamento da área. As colunas da estufa são feitas com arcos de PVC e a base com madeira, além da cobertura ser feita de plástico. A presença de luz solar é essencial para o crescimento da planta, porém como nesses espaços subterrâneos não há essa determinada fonte de luz,

será preciso desenvolver um experimento que possa descobrir como suprir essa necessidade. Portanto, a experiência baseou-se em três caixas com plantas, cada uma com uma luz artificial diferente, que serão comparadas com outra planta da mesma espécie, a qual desfrutará de luz natural.



Figura 3 - Estufa Agrícola

Com intuito de melhorar o projeto para um resultado ainda mais promissor, outros estudos foram feitos, como por exemplo: uso da energia geotérmica, uso de um sensor que controla o clima e umidade da estufa, a utilização do papel celofane em plantas, além da questão da absorção da clorofila em níveis de sombreamento.

Sobre a energia geotérmica pode-se dizer que "o calor proveniente da formação original da Terra em combinação com o movimento de placas tectônicas estabelece em algumas regiões da crosta terrestre fortes gradientes de temperatura." (RABELO et al., 2002). Como a estufa é subterrânea, a energia geotérmica seria a melhor fonte, pois essa seria utilizada com o objetivo de aproveitar esse fator, auxiliando-a na parte elétrica da estufa por ser uma fonte não poluente, cooperando para um menor uso de combustíveis nucleares e fósseis. Para captá-la, é necessária uma tubulação com uma turbina e com uma caixa de água para que esta seja aquecida, evapore fazendo com que o vapor movimente a turbina gerando energia

elétrica. Logo após a turbina, terá um condensador para voltar a água para seu estado inicial e recomeçando o ciclo, dessa forma, evita-se o desperdício.

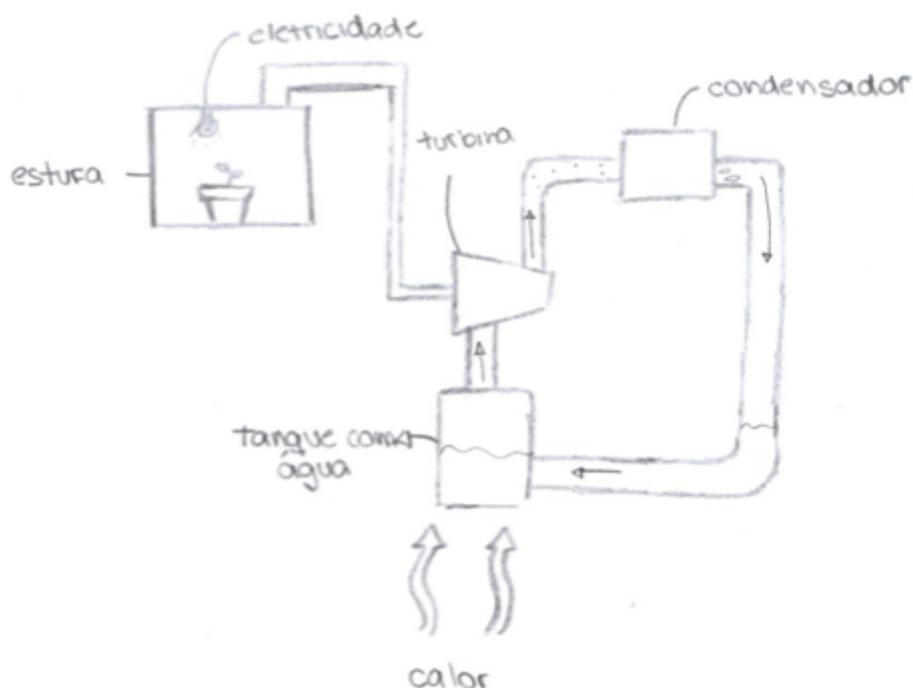


Figura 4 - Captação da energia geotérmica

Um sensor que controla o clima e a temperatura da estufa seria essencial no projeto, visto que, o local onde essas se encontram, o subsolo, é de difícil acesso. Portanto, no artigo sobre "Automação de estufas agrícolas utilizando sensoriamento remoto e protocolo Zigbee", utiliza-se módulos XBee para criar uma rede de automação de estufas agrícolas como sensores móveis, um dispositivo central e o software para monitoração e comando. Assim haveria a diminuição de cabos de comunicação na estufa, facilitando sua instalação, manutenção e suporte aos equipamentos presentes nela (LITJENS, 2009).

Como o intuito do projeto é criar estufas subterrâneas, um sensoriamento remoto sem fio seria uma ótima opção. Segundo o artigo sobre sensoriamento remoto, a capacidade de controlar um microclima ideal seria mais fácil graças ao sensoriamento, no caso do manjericão, 18°C com umidade média de 50%. Porém, por ter vários processos e materiais complexos, esse não seria o foco do trabalho.

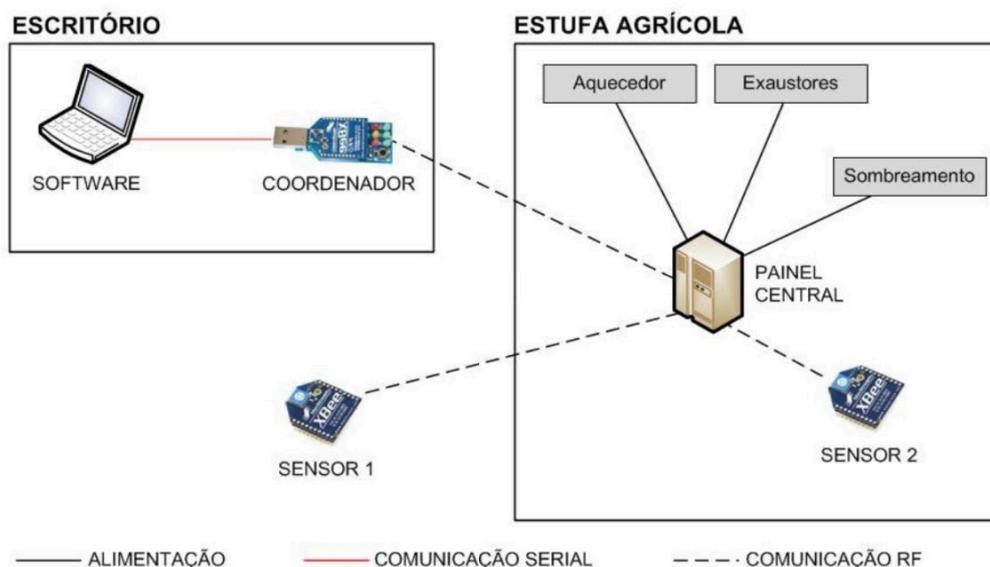


Figura 5- Sistema de automação simulado, no projeto citado no artigo

O estudo do papel celofane com o intuito de acelerar o crescimento para a planta, foi feito por Ronaldo Pereira de Melo Júnior em seu artigo "Qual é a influência da cor da luz na fotossíntese?", e nesse projeto será investigado por meio de um experimento. Tendo em mente que a clorofila é quem dá a cor verde para a planta e é responsável pela fotossíntese, ao colocar papéis celofane de diversas cores cobrindo mudas de feijão, verificou-se que as clorofilas tipo *a* e *b*, presentes no feijão, se fortalecem mais depressa quando estiverem em domínio da luz azul ou vermelha, e assim, crescendo mais do que as que não estiverem submetidas a essas cores (JÚNIOR, 2015).

Como é proposto um experimento com níveis de sombreamento, é necessário fazer alguns estudos sobre a relação da absorção de luz das clorofilas e a realização de fotossíntese nessas condições. Primeiramente sabe-se que a clorofila é fortemente ligada à eficiência da fotossíntese e da adaptabilidade da planta no ambiente em que se encontra. Essa, que é dividida entre *a* e *b*, possui grande importância na captação de energia dos comprimentos de onda que podem variar conforme a intensidade de luz. Com esses dados, estudos mostraram que quando uma concentração baixa de clorofila sofre um aumento relativo à sua concentração inicial, há um aumento da absorção de luz. Ao levar isso em conta, espécies específicas conseguem fazer

fotossíntese, mesmo em áreas de sombreamento, devido à maior concentração de clorofila, sendo que a do tipo *b* é a mais aumentada nessa situação (ENGEL et al., 1991).

## Objetivos

**Objetivo geral:** Estudar o crescimento de plantas em estufas subterrâneas, além de testar possíveis melhorias para um processo de fotossíntese mais efetivo.

### Objetivos Específicos:

- Analisar o tempo de germinação da planta estudada;
- Investigar em qual comprimento de onda, ou seja, em qual tipo de luz, essa faz uma fotossíntese mais efetiva;
- Estudar o funcionamento e a construção de uma estufa, além do clima e da luminosidade que sejam adequados para as plantas;
- Entender como construir um sensor que possa adequar-se às condições específicas das plantas;
- Pesquisar alternativas que capturem o gás carbônico e liberem o gás oxigênio das plantas na estufa subterrânea;
- Prototipar uma estufa para observar e analisar o crescimento de plantas com diferentes luzes;
- Experimentar luzes de LED e incandescentes, além de utilizar papel celofane colorido, como influência em uma fotossíntese mais efetiva da planta;
- Estudar formas de transformação de energia geotérmica em elétrica.

## Materiais e métodos

Para verificar se as plantas realmente fazem fotossíntese a partir de uma luz artificial, foi feito um experimento com mudas de manjeriço, que foram colocadas em uma caixa para impedir a entrada de luz solar. Houve quatro níveis, onde o primeiro teve a incidência da luz solar, e esse foi o controle. O segundo era uma luz de LED no topo da caixa e o terceiro também, porém esse estava junto à uma luz incandescente. Já no quarto nível foi encontrado o mesmo modelo do terceiro, mas essas luzes estavam cobertas por um papel celofane azul, pois "todas as mudas

recobertas com filtros azuis e vermelhos cresceram mais rápido que as com filtros das outras cores" (JÚNIOR, 2015). No decorrer do projeto, por questões de segurança, foi necessário que o papel celofane fosse retirado, já que esse em contato com a lâmpada incandescente acabou por aquecer demais o papel, derretendo-o e gerando fumaça.

Para um resultado mais preciso foi necessário que alguns fatores desse experimento fossem constantes, como por exemplo a temperatura, a quantidade de água para regar as plantas, a qualidade e quantidade de terra, a quantidade de semente, a mesma caixa para todos os níveis, os canos para a entrada e saída de gases e os vasos. Assim, as únicas variações foram: os diferentes comprimentos de ondas, as variáveis independentes (que resultaram em crescimentos distintos em cada nível) e a variável dependente. Deste modo, o resultado teve alta exatidão.

O experimento foi realizado da seguinte forma: três mudas de manjeriço plantadas em vasos de plástico foram colocadas em caixas de papelão com suas respectivas luzes. Enquanto isso, o controle possuía a mesma muda de manjeriço, porém com a incidência da luz solar. As três caixas possuíam um único furo, onde um cano de PVC preto foi inserido, o que além de evitar a passagem de luz do sol, proporcionou a entrada de gás carbônico, utilizado pelas plantas para fazer fotossíntese, e saída de gás oxigênio, gás produzido no processo físico-químico. Além disso, para evitar que a água molhasse a caixa de papelão, essa foi forrada com saco plástico.

Para colocar as luzes em determinadas caixas foram levadas as seguintes considerações: as luzes de LED foram à pilha e coladas com fita isolante na parte de cima da caixa; já as incandescentes foram conectadas em soquetes, colados da mesma forma na caixa, e ligadas por meio de fios que iam diretamente na tomada, e dessa forma receberam energia necessária para seu funcionamento.

O manjeriço é uma erva aromática que necessita de um solo com pH entre 6,0 e 7,5 para sua germinação, que deve acontecer entre cinco e sete dias após a plantação, e para sua sobrevivência, ele deve ser regado a cada sete dias. <sup>3</sup>

Tratando-se da necessidade básica das plantas de receber água, as mudas foram regadas, com uma seringa de 50 mL, uma vez por semana, e além disso, também foi necessária a troca das pilhas da luz de LED. Para isso foi preciso

que cada vaso que estiver dentro da caixa, fique 120 segundos recebendo luminosidade natural. Durante esse tempo, o manjericão foi medido com uma trena e os dados coletados inseridos em uma tabela. Esse processo foi realizado por três semanas.

Realizando esse experimento era esperado que se as plantas fossem iluminadas com luz artificial, ou seja, sem incidência da luz solar, então elas conseguiriam fazer fotossíntese e, conseqüentemente, crescer.

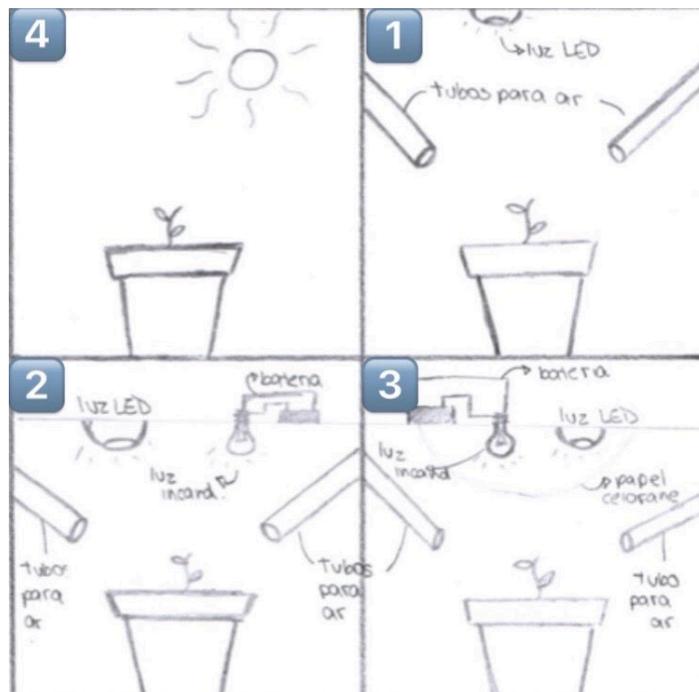


Figura 6 - Esquema dos 4 níveis do experimento

As mudas foram montadas dessa forma:



Figura 7 - Vaso 4 exposto à luz solar

Figura 8 - Vaso 1 montado na caixa com luz de LED



Figura 9 - Vaso 2 montado com a lâmpada incandescente e luz de LED

Figura 10 - Vaso 3 montado com luz de LED e papel celofane (a lâmpada incandescente da foto foi retirada após o ocorrido descrito anteriormente)

## Resultados e discussão

Levando em conta os resultados esperados pelo grupo, foi visto que, de fato, os vasos 1 e 3 não cresceram ao nível do vaso 4, que recebia luz solar, como já havia sido previsto. Contudo, o vaso 2, que estava sendo iluminado pelo LED e pela lâmpada incandescente, superou as expectativas, uma vez que mesmo em ambiente fechado, pôde alcançar a altura do controle. Os vasos 1 e 3, que estavam sob iluminação da luz de LED, não acompanharam o crescimento do vaso 4, que estava sob iluminação solar. Sendo assim as mudas foram murchando ao longo do processo, como pode-se observar no gráfico da figura 11.

A hipótese sobre o crescimento do manjeriço em ambientes fechados foi alcançada apenas pelo vaso 2, em que a luz de LED e a incandescente, obtiveram os melhores resultados. A ideia da energia geotérmica foi deixada apenas no âmbito do estudo, enquanto a energia utilizada para as lâmpadas incandescentes foi adaptada para uma conexão do fio diretamente à tomada.

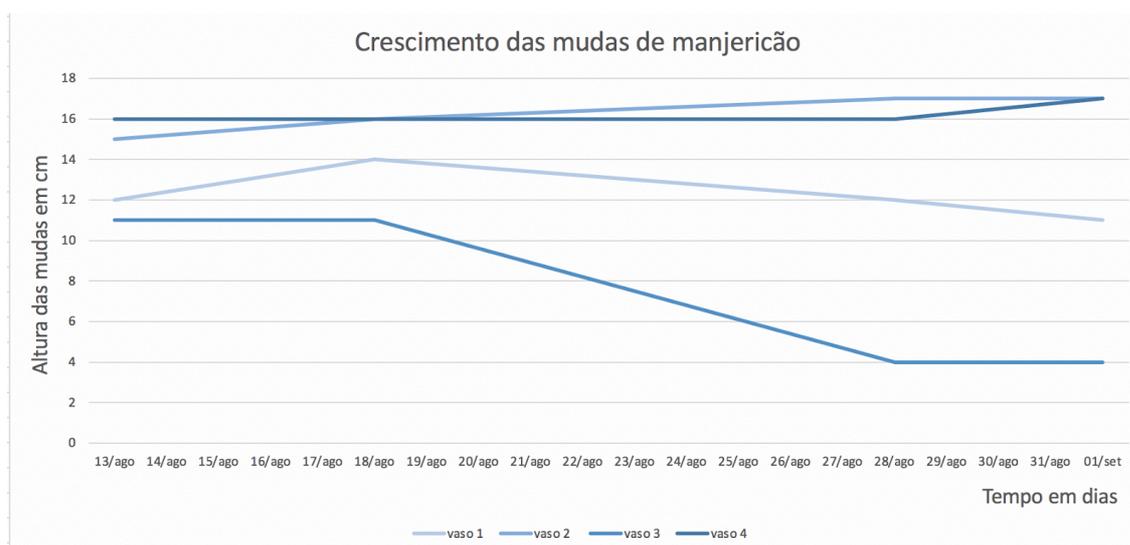


Figura 11 - gráfico do crescimento das mudas de manjeriço

A secagem das folhas ocorreu devido à falha em uma das luzes de LED e uma carga insuficiente da pilha, fazendo com que a planta não obtivesse a iluminação necessária para o seu desenvolvimento, como é visto no caso do vaso 1. O outro motivo foi o bloqueio do papel celofane, colocado por cima da luz de LED, que impediu a iluminação da muda do vaso 3.

Com base no gráfico da figura 11 e na tabela da figura 12 a seguir, pode-se concluir alguns aspectos mais aprofundados do experimento. A princípio, a muda do vaso 1 possuía 12cm de comprimento, que ao longo da primeira semana conseguiu crescer mais 2cm. Entretanto, logo iniciou-se um declínio de seu crescimento, devido às folhas que foram murchando, possivelmente, pelo que foi dito no parágrafo anterior.

Ao analisar a muda do segundo nível, pode-se dizer que a luz de LED e a incandescente promoveram o melhor resultado da pesquisa. Isso porque a combinação entre as duas lâmpadas fez com que a muda crescesse 2cm e atingisse a mesma altura da que ficou exposta à luz solar, sendo de 17cm.

Dias em que a planta foi medida	Altura da muda 1	Altura da muda 2	Altura da muda 3	Altura da muda 4
13/ago	12cm	15cm	11cm	16cm
18/ago	14cm	16cm	11cm	16cm
28/ago	12cm	17cm	4cm	16cm
01/set	11cm	17cm	4cm	17cm

Figura 12 - Tabela com os dados do experimento

A muda do vaso 3 não atingiu às expectativas do grupo e ainda teve o pior crescimento do experimento, que acabou por manter-se apenas em declínio ao longo do tempo. Esse resultado foi de grande surpresa, uma vez que pelos estudos citados em plantas iluminadas por LED com papel celofane, a resposta de um crescimento devidamente efetivo, era certo (JÚNIOR, 2015). No entanto, foi discutido sobre o que havia acontecido no experimento e deduziu-se que houve uma falha na montagem, o que fez com que o papel celofane cobrisse a lâmpada, acarretando uma má iluminação do manjeriço. Além disso, a pilha também pode não ter tido carga suficiente para todos os dias do experimento, o que gera outra hipótese para o ocorrido.

O controle do experimento, que se manteve em ambiente aberto e recebeu diretamente a luz solar, atingiu 17cm, crescendo apenas 1cm. O vaso de número 2, como dito anteriormente, chegou a atingir a mesma altura que o vaso 4, porém desenvolveu-se 2cm, sendo o melhor resultado do estudo.

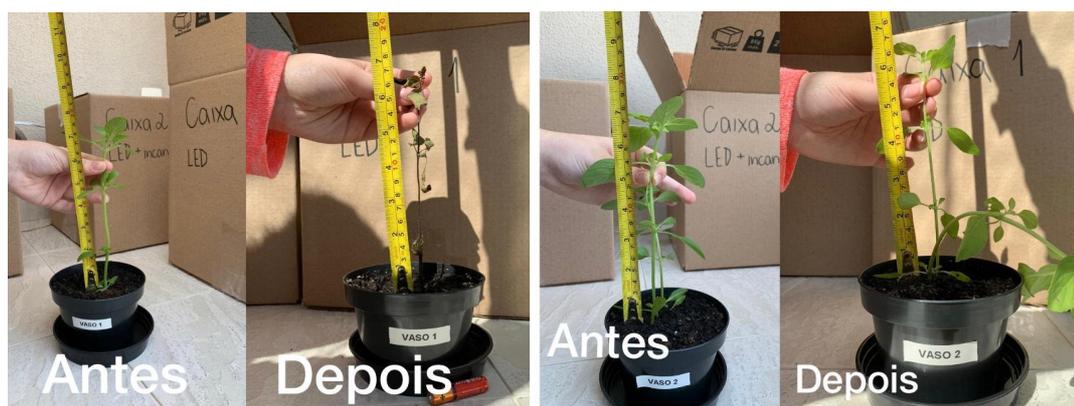


Figura 13 - Antes e depois do vaso 1, que foi montado com a luz de LED

Figura 14 - Antes e depois do vaso 2, que foi montado com a luz de LED e a lâmpada incandescente

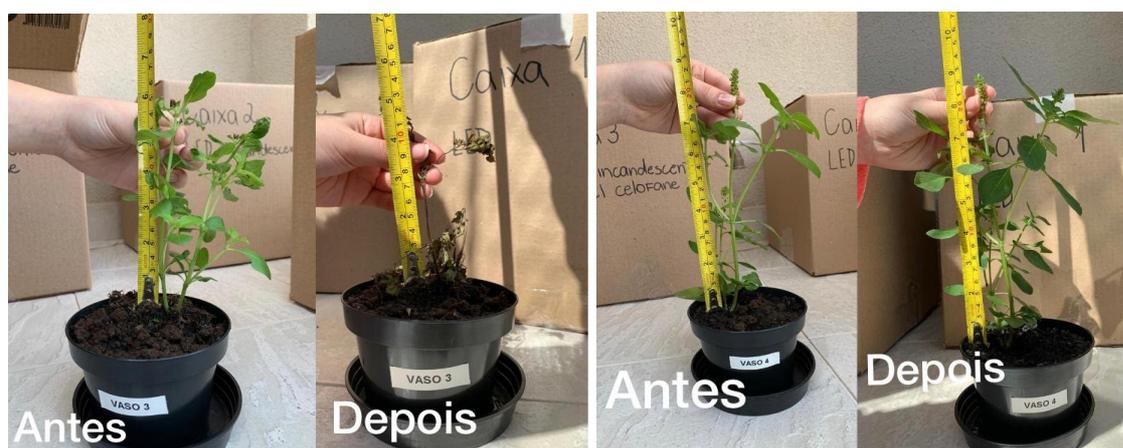


Figura 15 - Antes e depois do vaso 3, que foi montado com a luz de LED e o papel celofane

Figura 16 - Antes e depois do vaso 4, que foi colocado em local aberto recebendo luz solar.

## Conclusão

Após os estudos e análises, evidencia-se a possibilidade da montagem de estufas subterrâneas. Com o intuito de minimizar a fome no mundo, o conjunto de luzes mais eficaz como fonte luminosa para as plantas seria a de LED com a incandescente. Nessas condições, mesmo em ambiente fechado, a muda de manjeriço realizou fotossíntese e desenvolveu-se. Por isso, pode-se dizer que o objetivo do trabalho foi alcançado.

## Referências

- <sup>1</sup> Fome no Mundo. **TodaMatéria**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/fome-no-mundo/>>. Acesso em: 07 jun. 2020.
- <sup>2</sup> FRANCISCO, Wagner de Cerqueira. **Crescimento Populacional no Mundo**. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/o-crescimento-populacional-no-mundo.htm>>. Acesso em: 07 jun. 2020.
- <sup>3</sup> Plantar Manjerição. **PlantarPortugal**. Disponível em: <<https://www.plantarportugal.org/index.php/horticultura/1173-plantar-manjericao.html>>. Acesso em: 29 maio 2020.

### Artigos:

RABELO, Jorge L. et al. **Aproveitamento da energia geotérmica do Sistema Aquífero Guarani-estudo de caso**. Águas Subterrâneas, n. 1, 2002.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, FÁBIO. **Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas**. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

LITJENS, Otto Jacob et al. **Automação de estufas agrícolas utilizando sensoriamento remoto e o protocolo Zigbee**. 2009. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

DE MELO JÚNIOR, Ronaldo Pereira et al. **Qual é a influência da cor da luz na fotossíntese?**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 1, p. 287-290, 2015.

DUFFAUT, Pierre. **Safe nuclear power plants shall be built underground**. In: the 11th Associated Research Centers for Urban Underground Space Conference (ACUUS11), Athens, Greece. 2007.

### Figuras:

1 - **Fome volta a crescer no mundo: 2 bilhões de pessoas em estado de insegurança alimentar.** Disponível em:

<<https://www.ocafezinho.com/2019/07/16/fome-volta-a-crescer-no-mundo-mais-de-2-bilhoes-de-pessoas-em-estado-de-inseguranca-alimentar/>>. Acesso em: 08 jun. 2020.

2 - **Fome extrema no mundo já atinge cerca de 113 milhões de pessoas.**

Disponível em: <<https://www.jornaldoestadodorio.com.br/fome-extrema-no-mundo-ja-atinge-cerca-de-113-milhoes-de-pessoas/>>. Acesso em: 08 jun. 2020.

3 - **Quais são os sistemas de irrigação para estufas agrícolas.** Disponível em:

<<https://jacobucci.ind.br/news/quais-sao-os-sistemas-de-irrigacao-para-estufas-agricolas/>>. Acesso em: 08 jun. 2020.

4 - Feita pelos autores.

5 - LITJENS, Otto Jacob et al. **Automação de estufas agrícolas utilizando sensoriamento remoto e o protocolo Zigbee.** Disponível em:

<[http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-22042010-103032/publico/Litjens\\_Otto\\_Jacob.pdf](http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-22042010-103032/publico/Litjens_Otto_Jacob.pdf)>. Acesso em: 07 jun. 2020.

6 - Feita pelos autores.

7 - Feita pelos autores.

8 - Feita pelos autores.

9 - Feita pelos autores.

10 - Feita pelos autores.

11 - Feita pelos autores.

12 - Feita pelos autores.

13 - Feita pelos autores.



---

## E6 - CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO EXPERIMENTAL DE DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA

Diogo Hage Lukjanenko; Eric Minami Cavenaghi; Fernando Sáfadi Martins da Silva; João Pedro Paes Mendonça de Ayala Boaventura e Rafael da Cunha Gomes Ribeiro

Professora Orientadora: Lílian Siqueira

---

### Resumo

A escassez de água é um dos grandes problemas a serem enfrentados em nossa sociedade e está se tornando cada vez mais preocupante, principalmente por causa das mudanças climáticas que alteram a disponibilidade de água potável. Tendo isso em mente, vários métodos têm sido implementados para tentar mitigar o problema, como osmose reversa e destilação. Este último procedimento foi o foco desta pesquisa. Com a intenção de testar esse método para levar água limpa às comunidades carentes, foi criado um protótipo de dessalinização da água por meio do processo de destilação. Além disso, foi construído com materiais caseiros, de forma a ser acessível à maioria das comunidades. O protótipo foi deixado exposto ao sol por 15 dias para testar se funcionaria ou não. Após esse período de tempo, observou-se a formação de uma pequena quantidade de água sem sal. A análise demonstrou que é possível dessalinizar a água utilizando este procedimento, porém, observou-se que sua eficiência depende das condições climáticas locais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dessalinização; Destilação Simples; protótipo; escassez de água.

---

### Abstract

Water shortage is one of the major problems to be dealt with in our society and is getting increasingly worrisome, especially because of climate change that alters the availability of clean water. Bearing this in mind, several methods have been implemented to try and mitigate the problem, such as reverse osmosis and distillation. This last procedure has been the focus of this research. With the intention of testing

this method to bring clean water to communities in need, a prototype for desalination of water through the process of distillation was created. Furthermore, it was built with common and accessible household materials, to make it available to most communities. The prototype was left exposed to the sun for 15 days to test whether it would function or not. After this period, it was observed the formation of a small amount of unsalted water. Analysis demonstrated that it is possible to desalinate water utilizing this procedure, however, it was observed that its efficiency depends on various climate conditions.

**KEY-WORDS:** Desalination; Simple Distillation; prototype; water shortage.

## Introdução

No mundo atual, problemas com a escassez de água vêm se tornando cada vez mais frequentes e intensos, com este atingindo aproximadamente 80% da população mundial, segundo a Grubert et al. Muitas populações pobres de países com escassez desse líquido, sofrem com essa desventura. Sendo assim, países com rios que desaguam em mares e possuem clima tropical, e ainda sofrem com esse problema, são mais propícios para a adoção do método de dessalinização como fonte de água potável



Figura 1: Comunidade precária a beira do rio Chao Praya em Bangucoque, Tailândia

Um exemplo seria a Tailândia, devido a seu alto estresse hídrico em vilarejos subdesenvolvidos, temperaturas elevadas e proximidade ao Golfo da Tailândia e o Mar das Andaman, fontes de água salina e impróprias para o consumo.

Após diversas pesquisas relacionadas ao tema, foram investigados dois métodos viáveis para a dessalinização nessas condições. Um deles é a utilização da destilação simples, sendo este "[...] um método de separação de misturas homogêneas que separa o sólido dissolvido em um líquido." (DIAS). Este processo envolve o aquecimento e vaporização da água com o intuito de separá-la das substâncias dissolvidas nelas. O vapor de água é então captado por canos e resfriado para transformá-lo em líquido novamente e assim encerra-se o processo. Por conta do uso da água a uma temperatura muito elevada, o cano após certo período de tempo pode esquentar, fazendo com que haja a impossibilidade de continuidade do processo de dessalinização. Para que isso não aconteça, tem-se um tubo extra em volta do cano por onde o gás quente passa e se liquefaz em água, para que possa ser colocada água gelada que esfrie o tubo principal, assim permitindo a continuação do processo.

O outro método analisado foi a osmose reversa, sendo este "[...] um processo de separação de substâncias através de uma membrana que retém o soluto." (MAGALHÃES, 2019). Este processo consiste na presença de uma membrana permeável ao solvente e impermeável ao soluto, nesse caso, água e sal respectivamente. Durante esse processo, aplica-se uma pressão superior ao da pressão osmótica do lado de maior concentração, de modo que a água flua do lado de maior concentração ao de menor, de modo contrário ao que ocorre na natureza, durante a osmose. Dessa forma, como a membrana só permite a passagem da água, ocorre a separação de solvente e soluto, e, portanto, ocorre a dessalinização.

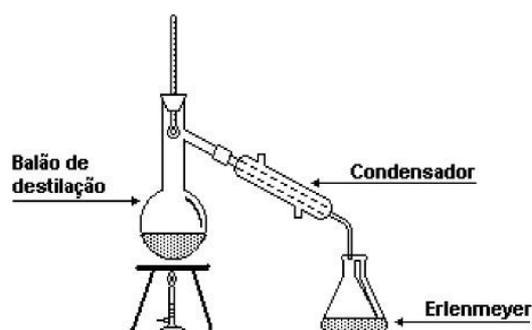


Figura 2: Representação desenhada de um modelo de destilação simples

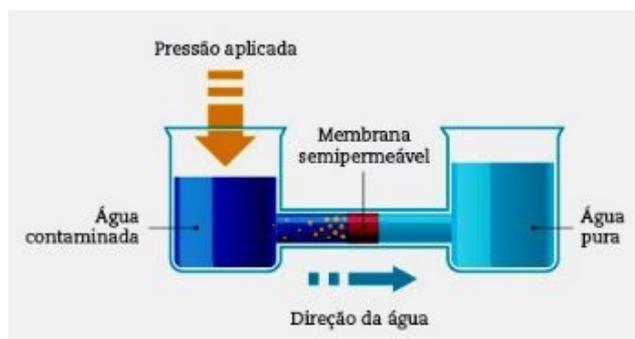


Figura 3: Representação desenhada de osmose reversa

Em seguida, buscou-se comparar os dois métodos que foram analisados, observando a eficiência no tratamento da água, na praticidade e acessibilidade, além do custo-benefício observados nos dois processos, para a partir dessa perspectiva, escolher qual deles poderia ser utilizado em casos concretos do cotidiano, a exemplo do caso da Tailândia que motivou o presente trabalho.

## Objetivos

**Objetivo geral:** Prototipar um método para a construção de um dessalinizador de pequeno porte com o intuito da montagem e disponibilização para áreas carentes que possuem proximidade ao mar ou outras fontes de águas salinas.

### Objetivos Específicos:

- Pesquisar um método eficiente e com bom custo-benefício para dessalinizar a água;
- Estudar diferentes formas de dessalinizar a água;
- Simular experimentalmente um ambiente de água salobra

## Materiais e métodos

Água com sal, recipientes para armazenar a água salobra e a água destilada, celular para medir a temperatura diária e tirar fotos, papel filme, copo medidor, sal de cozinha (medido em quantidade de colheres de chá), pedra e diamante falso.

**Procedimentos:**

Foi medida a quantidade inicial de água e de sal.

A água salobra foi colocada na bacia, com um outro recipiente menor em seu centro. Este foi tapado com papel filme e um objeto pesado foi colocado em seu meio. O líquido ao ser deixado no ambiente tornou-se vapor, que, ao encontrar a barreira do papel, condensava, escorrendo em direção ao centro onde precipitava no recipiente central, armazenando o produto final desta destilação caseira. Foram feitos dois experimentos com estes procedimentos, diferindo na quantidade de sal, de modo que foi colocada uma colher de sal em um dos recipientes com água a ser destilada e no outro 3 colheres. Durante um período de 15 dias, mediu-se constantemente a quantidade de água tratada.



Figura 4: Dia 1 (19 de agosto) do experimento. na casa de João Pedro

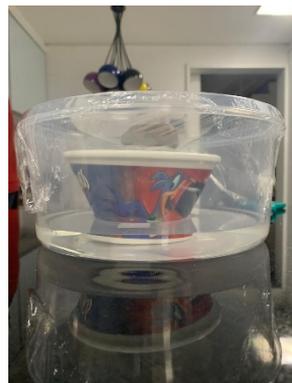


Figura 5: Dia 1 (19 de agosto) do experimento, na casa de Fernando Silva

## Resultados e discussão



Figura 6: Gráfico do experimento realizado na casa de João Pedro Boaventura



Figura 7: Gráfico do experimento realizado na casa de Fernando Silva

Após se passarem 15 dias do início dos experimentos, o papel filme foi retirado e foram medidos os resultados. No experimento com baixa quantidade de sal (1 colher de chá de sal de cozinha), o resultado não foi bom, pois somente 1mL dos 500 mL totais de água salobra, foi transformado em água sem sal. Já no experimento com alta salinidade, o resultado foi melhor, devido ao fato de que 10% da água inicial salobra se transformou em água sem taxa de salinidade, sendo assim, 450 mL do líquido continuou com sal e 50 mL foram destilados.



Figura 8: Dia final do experimento, na casa de João Pedro Boaventura



Figura 9: Dia final do experimento, na casa de Fernando Silva

Algumas limitações que ocorreram no trabalho foram: o período que o mundo estava passando no momento em que o trabalho foi realizado, sendo este a pandemia causada pelo coronavírus, com isso, o grupo que realizou o trabalho não pôde se encontrar, e os materiais que seriam providenciados pela instituição Colégio Bandeirantes não puderam ser utilizados, por isso se teve que utilizar materiais caseiros. Além do mais, o tempo que foi utilizado para o trabalho ser feito não atendeu as expectativas dos participantes do grupo, sendo necessário um intervalo deste maior. Além disso, a temperatura do ambiente e a incidência de luz solar não se manteve constante, durante grande parte do experimento, o que pode ter influenciado na eficiência do projeto.

## Conclusão

Este projeto pode ser de grande ajuda a comunidades em situações precárias, uma vez que os materiais necessários são simples de conseguir. Porém sua eficiência pode ser questionada, já que é muito dependente de condições climáticas, tais como temperatura e pressão atmosférica, além de não produzir grandes quantidades de água dessalinizada. Então é recomendado o uso deste protótipo apenas para situações de extrema necessidade, em locais favoráveis à evaporação da água, ou seja, quentes, próximos ao nível do mar e com clima seco, onde não há disponibilidade desse recurso por outros meios.

## Referências

Doornbusch, G.J; Tedesco, M; Post, J.W; Borneman, Z; Nijmeijer, K; **Experimental investigation of multistage electro dialysis for seawater desalination**; 2019. Disponível

em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001191641930222X>. Acesso em: 19 abril. 2020.

Grubert, E.A; Stillwell, A.S; Webber, M.E; **Where does solar-aided seawater desalination make sense? A method for identifying sustainable sites**; 2014.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916414000678#:~:text=Here%2C%20the%20method%20was%20used,like%20water%20stress%2C%20water%20price>. Acesso em: 15 abril. 2020.

Soares, T.M.; et al., **Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa**; 2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n3/v10n3a28.pdf>. Acesso em: 15 abril. 2020.

SANTOS, A.N; SILVA, E.F.F; SOARES, Tales Miler; DANTAS, R.M.L; Silva,

M.M; **Produção de alface em NFT e Floating aproveitando água salobra e o rejeito da dessalinização**. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 2, 2011.

Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902011000200009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902011000200009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 19 abril. 2020.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Destilação simples**. Disponível em: ADquido. Acesso em: 3 set. 2020.

TODAMATÉRIA. **Osmose reversa**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/osmose-reversa/>. Acesso em: 3 set. 2020.

IMAGENS:

MAGALHÃES, Lana. **Osmose Reversa**. Toda Matéria, 2019.  
Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/osmose-reversa/>. Acesso em: 9 jun. 2020.

DREAMSTIME. **Pobreza em Tailândia**. Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-pobreza-em-tail%C3%A2ndia-image58496410>. Acesso em: 9 jun. 2020.

LOPES DIAS, Diogo. **Exercícios Sobre a Destilação Simples**. Brasil Escola.  
Disponível em:

<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-destilacao>

[-simples.htm](#). Acesso em: 9 jun. 2020.

---

## **E7 - AID-BUS: UMA PROPOSTA DE ASSISTÊNCIA BÁSICA MÓVEL SOB PERSPECTIVA SUSTENTÁVEL**

Caroline Yazbek; Felipe Serpa; Giulia Marc; Lucas Martins e Olívia Rueda

Professora Orientadora: Lílian Siqueira

---

### **Resumo**

É possível afirmar que o surgimento da população em situação de rua é um dos reflexos da exclusão social, que a cada dia atinge e prejudica uma quantidade maior de pessoas que não se enquadram no atual modelo econômico, o qual exige do trabalhador uma qualificação profissional, embora essa seja inacessível à maioria da população. Essa parcela de indivíduos tivera diversos fatores para acabar em tal situação, entretanto, todos faltam em acesso a necessidades básicas, como saúde e higiene pessoal. O projeto Aid-Bus vem como proposta de garantir e facilitar aos moradores de rua os direitos básicos, como um espaço para descanso, alimentação e banho. O ônibus também vem com a meta de manter a sustentabilidade, assim contribuindo para a melhora do meio ambiente, com um sistema de energia solar para o motor e o aquecimento d'água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ônibus; Energia; Auxílio; Higiene; Sem-Abrigo; Pobreza.

---

### **Abstract**

It is possible to say that the emergence of the street population is one of the reflexes of social exclusion, which every day affects and harms a greater number of people who do not fit into the current economic model, which requires a professional qualification from the worker, although this is inaccessible to the majority of the population. This proportion of individuals had several factors to end up in such a situation, however, all lack access to basic needs, such as health and personal hygiene. The Aid-Bus project comes as a proposal to guarantee and facilitate the basic rights of homeless people, such as a space for rest, food and bath. The bus also

comes with the goal of maintaining sustainability, thus contributing to the improvement of the environment, with a solar energy system for the engine and water heating.

**KEY-WORDS:** Bus; energy; aid; hygiene; homeless; poverty.

---

## Introdução

O cenário de rua no Brasil é cada vez maior, em comparação com 1991, a população de rua aumentou 632%, sendo integrado por 24.344 indivíduos no município de São Paulo. A prefeitura, apesar de apresentar propostas como os abrigos, peca na execução, uma vez que os moradores de rua preferem não frequentar esses lugares, onde é relatado abuso de autoridade e condições sub-humanas. O AID-BUS é uma iniciativa de assistência básica móvel sob perspectiva sustentável, que tem como objetivo mudar a perspectiva da população e do governo para trazer visibilidade para esse grupo que não é valorizado, podendo assim auxiliar em projetos futuros.

De acordo com o site A Tribuna RJ, “Mais de 101 mil pessoas estão em situação de rua apenas no Brasil” (A Tribuna RJ, 2019), o resto da população (pelo menos a maioria) os vê com olhar de indiferença, sem contar a falta de auxílio do governo para integrar eles na sociedade. O ônibus tem como função de abrigar temporariamente os sem teto, dando a eles conforto, água, alimentos e um lugar para dormir. Será utilizado a fundamentação do Programa Água Para Todos a “instalação de grandes caixas d’água com capacidade de até 18 mil litros de água armazenada... através de um sistema de captação da água da chuva, por meio da instalação de calhas ao redor dos beirais das edificações” (Claudemir et al 2014).

O projeto E-Bus, o primeiro ônibus movido 100% à energia solar do Brasil e projetado em Santa Catarina na UFSC, também poderá ser integrado ao AID-BUS, como um método de obtenção de combustível e aquecimento da água utilizada; “Os painéis fotovoltaicos suprem totalmente o consumo do centro Sapiens e às recargas do ônibus, a produção de energia ainda gera excedente, sendo que este excedente é enviado por meio da rede elétrica das Centrais Elétricas de Santa Catarina (Cesesc) para ser consumida no campus central da UFSC na Trindade. Conforme informações da FOTOVOLTAICA - UFSC, estima-se que se gera energia suficiente para tender

cerca de 80% do consumo necessário das edificações e recargas do eBus, na base anual, com o restante 20% sendo transmitido pela rede da Celesc para o campus da UFSC na Trindade.” (Zimmer et al. 2019)

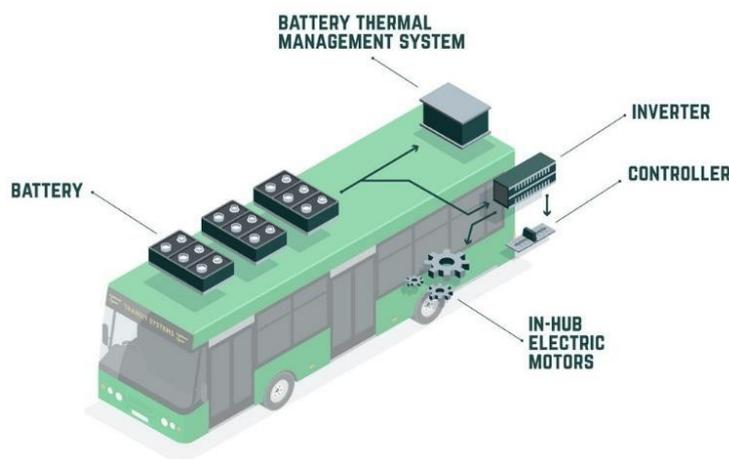


Figura 1 - Esquema do E-BUS

## Objetivos

### Objetivo Geral:

Esquematizar um transporte sustentável para abrigar indivíduos necessitados.

### Objetivos Específicos:

- Estudar a obtenção de água potável por meio de uma máquina de tratamento pequena
- Verificar a viabilidade de adaptação ônibus com materiais sustentáveis
- Compreender mais sobre mobilidade urbana
- Localizar pontos econômicos, sociais e mecânicos para poupar recursos naturais escassos
- Elegger materiais alternativos e sustentáveis para substituírem
- Compreender mais sobre o acesso a necessidades básicas dos moradores de rua
- Aprofundar o conhecimento em obtenção de energia de modo alternativo e sustentável

## Materiais e métodos

Folhas sulfite branca

Lápis grafite

Imagens inspiracionais da visão do projeto:



Figura 2 - Ônibus customizado para moradia

<http://www.virgula.com.br/inacreditavel/ficamos-babando-por-7-veiculos-que-sao-casas-mas-que-sao-mais-legais-que-casas-olha-so/>



Figura 3 - Ônibus de dois andares customizado para moradia

Para a realização do projeto, foi lido e analisado principalmente o artigo Estudo de Caso eBus: O Primeiro Ônibus Elétrico 100% Movido a Energia Solar do Brasil, para assim usar os conceitos presentes no texto e adaptá-los ao projeto Aid-Bus. Além disso, a Resolução nº 14/88 publicada pelo CONMETRO também foi um dos

materiais de referência para o cálculo de espaçamento interno de itens essenciais como a poltrona do motorista.

O documentário “Eu existo”, produzido pelo Centro Acadêmico XI de Agosto, é sobre a questão dos direitos humanos em São Paulo e traz relatos de moradores de rua em primeira mão, assim contribuindo para a melhor compreensão da realidade vivida por esses indivíduos para o grupo pesquisador do projeto.

## Resultados e discussão

Chegou-se na conclusão que seria ideal um ônibus de modelo trucado Mascarello Gran Via sobre chassi Volvo B270F para melhor acomodar as camas, banheiro, armazém e uma pequena área de estar. O modelo tem apenas um vagão e a configuração também traz suspensão a ar, tem relação entre peso, torque e potência que atende todos os parâmetros estabelecidos na norma 15570 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). O transporte também é “trucado” no chassi, possuindo um Volvo B270F e tem como meta reduzir as emissões de Óxido de Nitrogênio (NOx) em até 60%.



Figura 4 - Representação em desenho do Ônibus trucado Mascarello Gran Via sobre chassi Volvo B270F

No interior, foi idealizado um design limpo, para que assim facilite na identificação de sujeiras na limpeza, otimize o uso do espaço e segurança.

O interior do ônibus seria implantado 4 cápsulas de dormir nas laterais, dentro um colchão, um travesseiro, uma coberta, iluminação e um espaço para armazenar

os pertences, uma pequena área comunal para serviços médicos e permanência dos funcionários, um pequeno banheiro com pia e box e um armário para alimentos, utensílios e equipamento de primeiros socorros.

Na parte fronteira, se encontrariam 8 cabines, 2 do lado esquerdo e 2 do lado direito e outra em cima de cada uma (ilustrado na figura 5), além da entrada e espaço do motorista. As cabines (figura 6) contém um colchão, um pequeno espaço para guardar itens pessoais, diversos itens de higiene pessoal, travesseiro e coberta, para melhor acomodação.

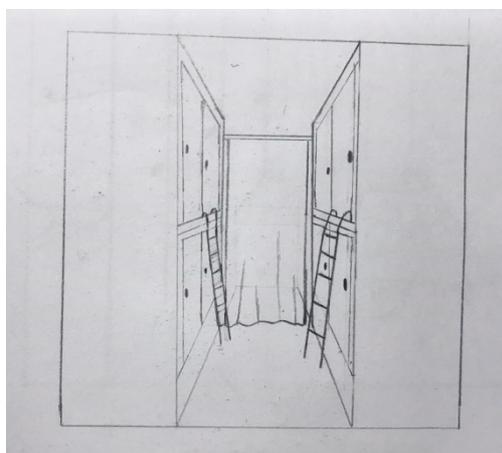


Figura 5 – Vista da parte fronteira do ônibus

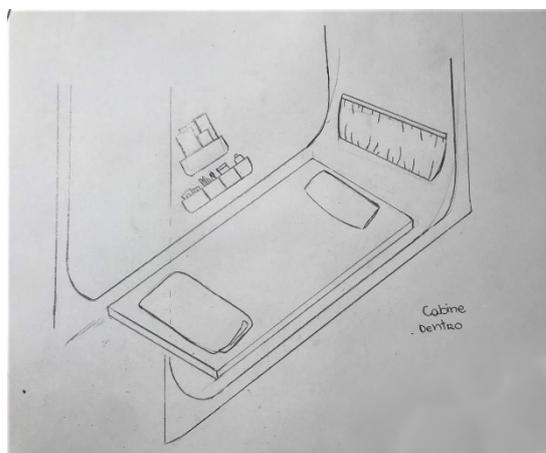


Figura 6 – Vista do interior da cabine

Já na parte traseira, encontrar-se-ia os sanitários, o box de banho, um armário, para conter suprimentos alimentícios e de saúde, e uma área comunal onde seria realizado a alimentação e cuidados dos hóspedes.

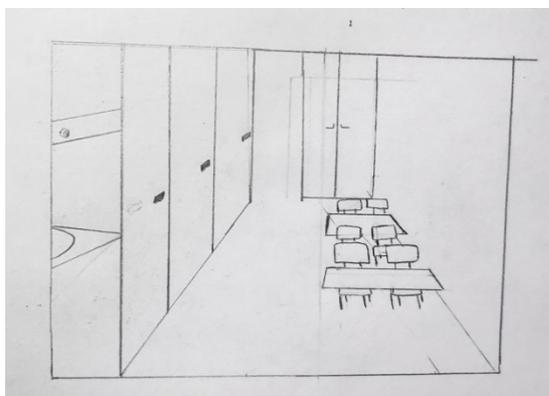


Figura 7 – Vista da parte traseira

### Detalhamento do funcionamento:

Para ter serviços adequados, seria necessário no mínimo dois empregados para auxiliar e administrar os moradores de rua. Eles seriam encarregados de realizar cuidados de primeiros-socorros, caso necessário, distribuição os alimentos, checar as necessidades de cada indivíduo e regular o limite de tempo dos banhos. Ou seja, o controle

Também seria necessária uma área de estacionamento para que os passageiros possam descansar, sem o barulho do motor, e para que os banhos sejam tomados, uma vez que não é possível armazenar o total de água para 8 banhos. Para evitar desperdícios, o banho ideal seria de 5 minutos, aproximadamente, com o fechamento do registro nos momentos de ensaboar e lavar o cabelo, assim gastando, em média, 45 Litros de água.

Sobre a operação de coleta dos moradores, seria realizada à noite e inicia-se a alimentação após a chegada. Após atingir a capacidade máxima, o ônibus seria direcionado a estação de abastecimento, para assim ser oferecido o banho e após, dado a permissão de ida as cápsulas e o respectivo descanso.

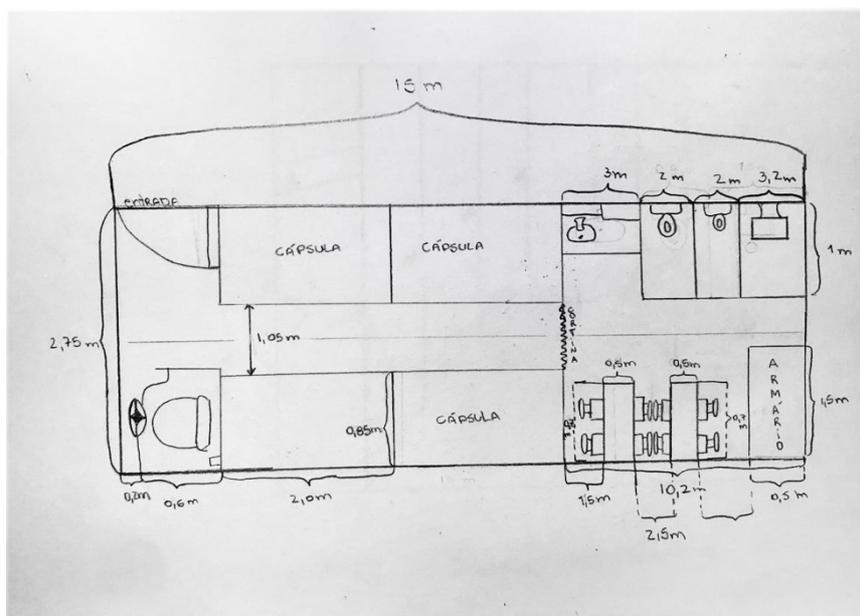


Figura 8- planta do ônibus com a visão de cima

Dimensão	Ônibus	Cápsula	Cama	Box de banho	Sanitário
<b>Comprimento</b>	15 metros	1,95 metros	1,75 metros	3,2 metros	2 metros
<b>Altura</b>	2,1 metros	0,8 metros	0,18 metros	2 metros	2 metros
<b>Largura</b>	2,75 metros	0,8 metros	0,78 metros	1,5 metros	1,5 metros

Dimensão	Mesa	Armário	Lavabo (pia)	Área de Descanso	Área Comunal
<b>Comprimento</b>	0,8 metros	1,5 metros	3 metros	4,8 metros	10,2 metros
<b>Altura</b>	1 metro	1,8 metros	1 metro	2,1 metros	2,1 metros
<b>Largura</b>	0,5 metros	0,5 metros	0,45 metros	2,75 metros	2,75 metros

Tabelas 1 e 2 – Medidas de partes do Ônibus

### Suprimento energético, armazenamento e aquecimento de água

Para realizar seus funcionamentos mais básicos, como se locomover, o ônibus depende de um sistema integrado por baterias de lítio, painéis fotovoltaicos, gerenciador térmico e controles, esse foi utilizado e aprovado pelo projeto E-Bus (ÔNIBUS ELÉTRICO DA UFSC LANÇA CAMPANHA PARA MANTER O PROJETO, 2019) de Santa Catarina, desenvolvido por estudantes da UFSC. No sistema de água seria composto de um tanque pequeno d'água de 70L, para que seja utilizado em ocasiões em movimento e não atrapalhe no equilíbrio do transporte, um reservatório térmico e uma ligação direta com as baterias de lítio, para que assim tenha uma triplicidade de função, produzindo movimento, aquecendo a água e fornecendo energia para as luzes.

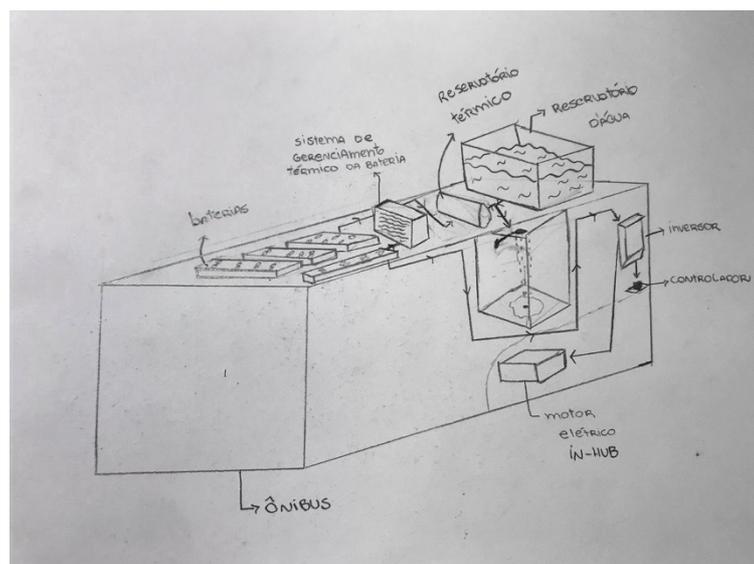


Figura 9 – Esquema representativo dos sistemas de água e energia interligados.

A proposta provou-se possível por meio da construção de um ônibus capaz de exercer esta função, a partir do modelo “Trucado Mascarello Gran Via sobre Chassi Volvo B270F”, com seu interior renovado para ser simples, espaçoso e confortável.

Coletou-se dados suficientes para reduzir os gastos de energia do AID-Bus, assim como a quantidade d’água que será utilizada, seja em banhos ou no lavabo. Sem contar com a multifuncionalidade de inúmeras coisas dentro do ônibus. Tudo isso para chegar-se no mais próximo do sustentável.

## Conclusão

Após diversas pesquisas, foi chegado na conclusão que a proposta é funcional, dependendo de apenas alguns ajustes. Seria necessária uma central para estacionamento e abastecimento do resto da água necessária para todos os banhos. A implementação de limites quanto o tempo de banho e uso d’água seria imprescindível. Outra medida a se tomar, são os ônibus ficarem para produzir energia ao longo do dia, para abastecer o transporte no período noturno.

O objetivo geral de esquematizar um transporte sustentável para abrigar indivíduos necessitados foi atingido conforme o detalhamento explicado no “Materiais e Método”. Para sua elaboração, foram necessários estudos sobre a anatomia de um

ônibus, de acordo com os regulamentos do CONMETRO, discussões sobre o equipamento necessário e possível funcionamento.

Entretanto, com o descompasso do grupo responsável com o prazo, uma rotina cheia de afazeres e a grande carga do projeto, não foi possível construir uma maquete física ou virtual, apenas plantas desenhadas a mão. Também não foi possível estabelecer uma rota na metrópole que passassem por alguns pontos da cidade, contando com o nível de mobilidade e demografia dos moradores de rua.

Destarte, percebe-se que o projeto concluiu parte principal dos objetivos, e que, futuramente, poderá ter uma segunda fase de desenvolvimento. Com um maior aprofundamento, seria desenvolvido um sistema de coleta, como linhas de transporte público, um modelo físico ou virtual mais realista e um detalhamento maior nos dados, como preços, gastos, materiais, etc.

## Referências

OLEGARIO, G.; VAZ, C. Estudo de Caso eBus: O Primeiro Ônibus Elétrico 100% Movido a Energia Solar do Brasil. Disponível em [http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10162019\\_201020\\_5da7a14066e71.pdf](http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10162019_201020_5da7a14066e71.pdf) Acesso em: 20/03/2020

JUNIOR, N. C.; Nogueira, E. A.; LANFERINI, G. M.; ALI, D. A.; MARTINELLI, M. SERVIÇOS DE SAÚDE E POPULAÇÃO DE RUA: CONTRIBUIÇÃO PARA UM DEBATE. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/sausoc/article/download/7024/8493> Acesso em: 20/03/2020

DA SILVA, M. A.; DE SANTANA, C. G.. REUSO DE ÁGUA: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. Disponível em: <http://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/05/REUSO-DE-ÁGUA-possibilidades-de-redução-do-desperd%C3%ADcio-nas-atividades-domésticas.pdf> Acesso em: 20/03/2020

Documentário, EU existo. Produção 110ª Direção do XI de Agosto. São Paulo: Centro Acadêmico XI de Agosto, 2012. 1 vídeo (17min.). Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=dW\\_SGHrljic](https://www.youtube.com/watch?v=dW_SGHrljic) . Acesso em: 28/10/2020

## G5 - PLANTAS NO MEIO URBANO

Clara Nagano; Daniela Han; Enzo Vanzan; Helena de Freitas; Irene Almeida;

**Professor Orientador:** Gabriel Steinicke

---

### Resumo

A quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera tem aumentado principalmente devido às ações antrópicas. Para reduzir este problema preocupante, foi criado este projeto como uma tentativa de introduzir mais plantas no meio urbano e, possivelmente, aumentar suas taxas fotossintéticas. A fim de alcançar um nível de eficiência ideal, uma pesquisa foi feita para determinar qual tipo de iluminação seria mais efetiva para o crescimento da planta. Além disso, também foi realizado um experimento em que foi analisado o crescimento de duas cebolinhas durante um período de 8 dias. As condições na qual as plantas foram observadas, como a temperatura e quantidade de água utilizada para regar, foram as mesmas. No entanto, uma delas foi exposta à luz solar e a outra a uma luz de led vermelha. Ao final do experimento, foi observado que a cebolinha exposta à luz solar teve um crescimento maior que a sob a luz vermelha. Sendo assim, a melhor maneira de introduzir plantas no meio urbano, com maior eficiência, seria utilizando iluminação natural.

**PALAVRAS – CHAVE:** Fotossíntese, plantas, crescimento, comprimentos de onda de luz, meio urbano, CO<sub>2</sub>

---

### Abstract

The amount of CO<sub>2</sub> in the atmosphere has been increasing mainly due to anthropic activities. To reduce this concerning problem, this project has been created as an attempt to introduce more plants in the urban environment and try to increase their photosynthesis rate. To achieve an ideal efficiency level, a study was done to determine what way of lighting was the most effective for the plant to grow. In addition, an experiment was made in which two green onion seedlings were observed and measured within a period of 8 days. The conditions in which the plants were analyzed, such as temperature and amount of water, were the same. However, one of them was

exposed to sunlight and the other to a red led light. By the end of the experiment, the green onion that was under sunlight grew faster than the one below the red led light. Thus, the most successful way to introduce plants in the urban environment would be by using natural light.

**KEYWORDS:** Photosynthesis, plants, growth, light wavelengths, urban environment, CO<sub>2</sub>

---

## Introdução

De acordo com a ONU e a maioria das organizações científicas respeitadas, atualmente existe uma alta taxa de poluição atmosférica no mundo devido às ações humanas, principalmente por causa das indústrias que emitem um alto índice de CO<sub>2</sub>. Em abril de 2020 a taxa média de concentração do CO<sub>2</sub> foi de 41621 ppm (ONU, 2020), a maior desde 1985, quando essa medida passou a ser feita. Uma das principais consequências disso é o aquecimento global, que pode ser evidenciado pelo derretimento das calotas polares, o que também bateu um recorde em 2020.

Em meio a tais mudanças climáticas, uma discussão sobre o futuro da Terra se iniciou entre a comunidade científica e a ideia de uma possível mudança para Marte surgiu. Entretanto, é possível prevenir a necessidade de medidas tão drásticas. Por exemplo, por meio da fotossíntese realizada por plantas é possível reduzir o CO<sub>2</sub> atmosférico e aumentar as taxas de O<sub>2</sub> nas cidades, onde há uma maior taxa de poluição.

Tendo isso em mente, se iniciou um projeto para buscar maneiras de aumentar a produtividade das plantas no meio urbano. Para isso, foram feitas pesquisas sobre formas de otimizar o rendimento da fotossíntese e os fatores que interferem nesse processo. Segundo um estudo realizado pelo Dr Melo Júnior em 2013\*, o comprimento de luz utilizado pela planta ao realizar a fotossíntese tem relação com sua produtividade. Para estudar a relação entre esses fatores, se realizou um experimento em que se media o tamanho de mudas de feijão após um certo tempo “t” cobertos por papel celofane de cores diferentes (azul, verde, laranja, vermelho e amarelo). Se concluiu que a onda vermelho e azul são os que mais aumentam o rendimento das plantas, enquanto a luz verde é a menos absorvida por elas, logo a pior para a fotossíntese. Isso ocorre principalmente pelo fato da clorofila (organela

responsável por absorver a luz) ser verde, logo, ela não consegue absorver raios de luz nesse comprimento.

Levando em isso conta, foi projetado um experimento que visa analisar a influência de diferentes comprimentos de onda de luz na produção fotossintética. Dessa forma, seria possível compreender qual comprimento tornaria a produção de oxigênio e absorção do CO<sub>2</sub> mais eficiente.

## **Objetivo**

### **Objetivo geral:**

Buscar formas de aumentar a produtividade da fotossíntese das plantas, no meio urbano, para diminuir o CO<sub>2</sub> na atmosfera.

### **Objetivos específicos:**

- Estudar fatores que influenciam na produtividade da fotossíntese;
- Buscar a melhor luz para que a planta faça fotossíntese;
- Buscar formas de inserir as plantas no meio urbano;
- Pesquisar quais as espécies de plantas que são mais produtivas ao fazerem fotossíntese;
- Desenvolver uma maquete demonstrando como seria o meio urbano com a presença de plantas.

## **Materiais e Métodos**

Para a realização do experimento, optou-se pelo o uso da cebolinha, podendo observar o seu crescimento e desenvolvimento diante de certas condições.

Primeiramente, foi colocado em dois vasos diferentes, junto de um pouco de terra, um pedaço de cebolinha (com a raiz) de aproximadamente 5 centímetros, sem contar com sua raiz. Depois, diariamente, ambas plantas foram regadas com 50 ml de água e mantidas por 5 horas - das 10:00 às 15:00 - sob a luz, durante um período de 8 dias, começando em 23 de agosto (domingo).

Apesar de montadas e monitoradas igualmente, as plantas foram analisadas ante circunstâncias diferentes, sobre uma foi colocada uma lâmpada de led de cor vermelha e a outra sob a luz do sol.



Figura 1 - Cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores



Figura 2 - Cebolinha na luz vermelha

Fonte: compilação dos autores

A partir dessa pequena mudança, foi possível, então, diferenciar o impacto de cada fonte de luz e medir suas produtividades fotossintéticas apenas ao observar o crescimento (estimado a partir da marcação na foto acima) delas no decorrer desses dias.

## Resultados e Discussões

Utilizando uma lâmpada led de coloração vermelha, e todos os dias deixando a cebolinha em exposição a luz por 5 horas constantes e sendo adicionada 50ml de água ao vaso, os resultados adquiridos do crescimento da cebolinha, tendo em nota que o clima não favorece o crescimento da planta, uma média de 12°C diários, foram os seguintes:

Tempo (dia)	Tamanho da cebolinha (cm)	Crescimento (cm)
dia 0 - 23/08	0,8	-
dia 1 - 24/08	1,6	0,8
dia 2 - 25/08	2,1	0,5
dia 3 - 26/08	2,8	0,7
dia 4 - 27/08	3,6	0,8
dia 5 - 28/08	4,5	0,9
dia 6 - 29/08	5,9	1,4
dia 7 - 30/08	6,5	0,6

Tabela 1 - Análise do crescimento da cebolinha na luz vermelha

Fonte: compilação dos autores



Figura 3 – Dia 1 do crescimento da cebolinha na luz vermelha



Figura 4 – Dia 2 do crescimento da cebolinha na luz vermelha



Figura 5 – Dia 3 do crescimento da cebolinha na luz vermelha

Fonte: compilação dos autores



Figura 6 – Dia 4 do crescimento da cebolinha na luz vermelha

Fonte: compilação dos autores



Figura 5 – Dia 3 do crescimento da cebolinha na luz vermelha

Fonte: compilação dos autores

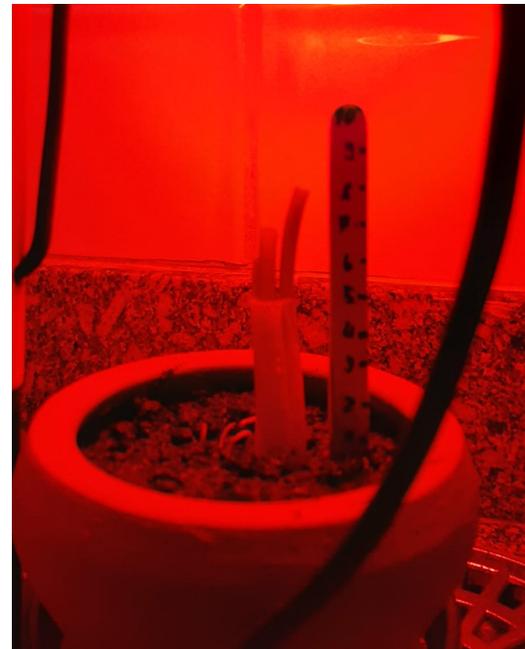


Figura 6 – Dia 4 do crescimento da cebolinha na luz vermelha

Fonte: compilação dos autores

Ao mesmo tempo, observou-se o crescimento de outra cebolinha substituindo a luz de led pela luz solar. Além desse fator, as condições submetidas à outra planta foram as mesmas: 5 horas em exposição à luz, 50mL de água por dia e temperatura parecida. Desse modo, os seguintes resultados foram obtidos:

Tempo (dia)	Tamanho da cebolinha (cm)	Crescimento (cm)
dia 0 - 23/08	1	-
dia 1 - 24/08	1,6	0,6
dia 2 - 25/08	2,7	1,1
dia 3 - 26/08	4	1,3
dia 4 - 27/08	5,5	1,5
dia 5 - 28/08	6,2	0,7
dia 6 - 29/08	8	1,8
dia 7 - 30/08	9,5	1,5

Tabela 2 - Análise do crescimento da cebolinha na luz solar.

Fonte: compilação dos autores



Figura 7 – Dia 0 do crescimento da cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores



Figura 8 – Dia 1 do crescimento da cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores



Figura 7 – Dia 2 do crescimento da cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores



Figura 8 – Dia 3 do crescimento da cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores



Figura 7 – Dia 4 do crescimento da cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores



Figura 8 – Dia 5 do crescimento da cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores



Figura 7 – Dia 6 do crescimento da cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores



Figura 8 – Dia 7 do crescimento da cebolinha na luz solar

Fonte: compilação dos autores

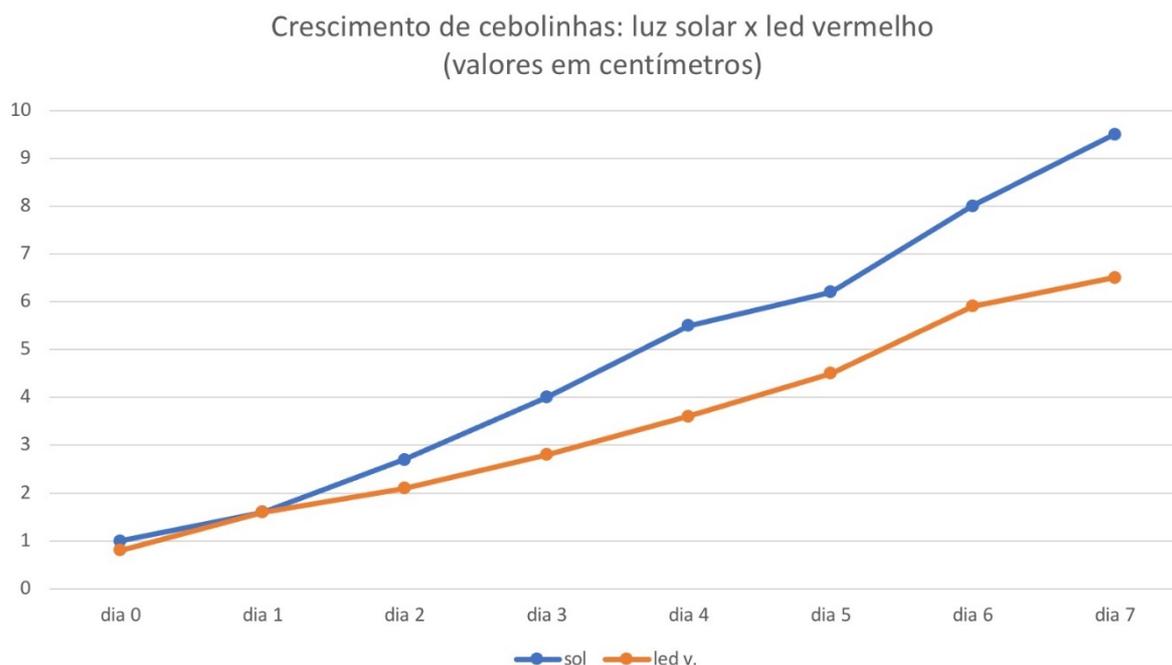


Gráfico 1 – comparação dos crescimentos das cebolinhas em diferentes luzes

Fonte: compilação dos autores

Contrariando a hipótese inicial - se a planta estiver sob luz vermelha, então irá crescer mais -, pois a cebolinha submetida à luz solar cresceu mais do que a sob o led vermelho. Vale ressaltar que os experimentos foram feitos em locais diferentes, não houve experimento controle e foram utilizadas apenas uma cebolinha para cada tipo de luz.

## Conclusão

Portanto, a melhor forma de aumentar a produtividade da fotossíntese das plantas, no meio urbano, para diminuir o CO<sub>2</sub> na atmosfera, é usando a luz solar, considerando que a planta, no caso a cebolinha, apresentou um crescimento maior nessa luz. Além disso, outros objetivos foram cumpridos, pois se criou um maior entendimento acerca da fotossíntese.

## Referências

Nações unidas (2020), **Record global carbon dioxide concentrations despite COVID-19 crisis**. Disponível em <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/record-global-carbon-dioxide-concentrations-despite-covid-19-crisis>. Acessado em 01/09/2020

Nações Unidas (2017). **Poluição causa 12,6 milhões de mortes por ano, alerta agência ambiental da ONU**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/poluicao-causa-126-milhoes-de-mortes-por-ano-alerta-agencia-ambiental-da-onu/amp/> Acessado em 08/06/2020

\*DE MELO JR, R.P.; CESAR, P.; NASCIMENTO, R (2013). **Fotossíntese: estudo interdisciplinar para investigar a influência da cor no crescimento de plantas**. Disponível em: <http://www.eventosufprpe.com.br/2013/cd/resumos/R0589-1.pdf>. Acessado em 13/03/2020.

SILVA, Rogéria Toler (1998). **Influência da disponibilidade hídrica sobre as trocas gasosas em duas espécies de pteridófitas de cerrado sob condições controladas e de campo**. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-33061998000300016&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-33061998000300016&script=sci_arttext). Acesso em: 13 de março de 2020.

PINZÓN-TORRES, Javier Alberto; SCHIAVINATO, Marlene Aparecida. (2008). **Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas tropicais**. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2236-89062008000300007](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-89062008000300007). Acesso em: 13 mar. 2020.

PAHK, Ian; KODIS, Gerdenis; FLEMING, Graham R.; MOORE, Thomas A.; MOORE, Ana L.; GUST, Devens. (2016) **Artificial Photosynthetic Reaction Center Exhibiting Acid-Responsive Regulation of Photoinduced Charge Separation**. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jpcc.6b07609>. Acesso em: 13 mar. 2020.

## H4 - EFEITO POCO EM NAVES ESPACIAIS: UMA TENTATIVA DE VISUALIZAÇÃO

Arthur Imanishi, Henrique Marrone, Ian Bezerra, Matheus Jensen e Vinicius Correa

Professora Orientadora: Marta Rabello

---

### Resumo

Como pequenas vibrações podem ter grandes efeitos, estudando os conceitos da frequência ressonante. Sabemos que o som é energia irradiada na forma de ondas de pressão no ar, invisíveis aos olhos, os efeitos do som podem ser subestimados. Pesquisas anteriores mostraram que o som de decolagem de um foguete pode não só romper seus tímpanos, você também matá-lo com a quantidade bruta de energia sendo transmitida nas ondas sonoras, que também pode apresentar um grande risco para o próprio foguete. Nosso experimento consistia em um balão com um espelho no qual o laser refletia e criava figuras diferentes. A figura que é desenhada é baseada na frequência e volume do som. Outra observação é que em algumas frequências específicas a figura de repente se tornou várias vezes maior, sem alteração de volume, poderíamos relacionar isso à aproximação da frequência ressonante do material. Usando as informações adquiridas em nossa pesquisa podemos entender melhor que o som é capaz de se mover e quebrar o que nos pareceria como objetos estáticos, em viagens espaciais lidar com essa energia é essencial para evitar acidentes como os causados por foguetes sendo danificados por som e vibrações. Nossas descobertas mostram como pequenas vibrações podem ter grandes efeitos se entregues na frequência certa.

---

### Abstract

How small vibrations can have big effects, studying the concepts of the resonant frequency. We know the sound is energy radiated in the form of pressure waves in the air, invisible to the eye, the effects of sound can be underestimated. Previous research showed that the liftoff sound of a rocket can not only rupture your eardrums you also kill you with the raw amount of energy being transmitted in the sound waves, which also can present a major risk to the rocket itself. Our experiment

consisted of a balloon with a mirror in which the laser reflected and created different figures. The figure that's drawn is based on the frequency and volume of the sound. Another observation is that in some specific frequencies the figure suddenly became several times larger, with no change in volume, we could relate that to approaching the resonant frequency of the material. Using the information acquired in our research we can better understand that sound is able to move and break what would seem to us as static objects, in space travel dealing with this energy is essential to prevent accidents like those caused by rockets being damaged by sound and vibrations. Our findings show how small vibrations can have big effects if delivered at the right frequency.

---

## Introdução

O assunto abordado é construído em volta da pergunta:

*“Como o Som pode afetar objetos sólidos”*

Analisando de diferentes maneiras os efeitos do som em sólidos e sua como diferentes frequências mudam a sua forma de interação com objetos. Explorando e tentando entender de forma mais intuitiva o som, o observando como energia em forma de vibração, um efeito dominó de moléculas.

Um bom exemplo que do conceito de frequência ressonante é o da [Tacoma Bridge](#), onde o vento conseguiu derrubar a ponte no momento que a frequência do vento se igualou a Ressonante da ponte, assim o que eram pequenas vibrações foram gradativamente se tornando maiores e maiores até alcançarem o ponto de estresse máximo de um material, assim o quebrando.

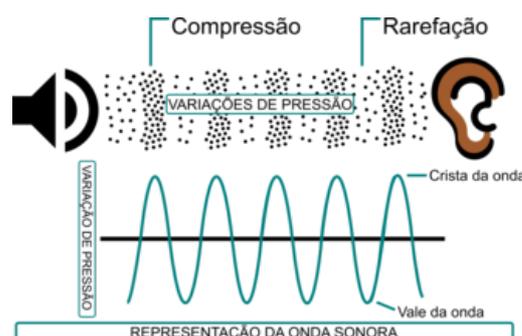
Podemos pensar na frequência ressonante como um balanço, onde se o empurrarmos em uma frequência certa ele irá aumentar sua amplitude, mesmo sem se aumentar a força aplicada em si.

## O que são as ondas?

Ondas são perturbações que se deslocam no espaço transportando, exclusivamente, energia de um ponto a outro, sem realizar transporte de matéria. Assim como uma onda do oceano, que se propaga sem que haja necessariamente o

transporte das partículas iniciais, assim como uma linha de dominós caindo, uma partícula movimenta a próxima, e assim em diante.

Existem vários tipos de ondas entre elas estão as de Espectro eletromagnético que viajam o espaço transmitindo energia em forma de magnetismo e ondas de luz, as quais suas diferentes frequências criam as cores que são perceptíveis a olho nu.



### O que é o som?

O som é mais um tipo de onda, a qual transmite energia na forma de vibrações. Ele estando no ar, permite que humanos e outros animais capte suas vibrações para serem usadas como mais um sentido, esse sendo muito útil para diversos animais.

No entanto é possível observar, que em grandes explosões, ou até em motores de carros e motos, a energia transmitida nessas vibrações se torna tão grande que ela começa a interagir com objetos sólidos.

### Influência do som no lançamento de foguetes

O som tem uma grande energia, essa energia pode danificar diversas estruturas, tanto ao próprio foguete em si. Dessa forma diversas companhias espaciais desenvolveram métodos diferentes para lidar com isso, a NASA utiliza para dispersar grande dessa energia que está em estado de vibração para grandes bolsas de água embaixo dos propulsores assim como grandes torres de água que conseguem despejar grandes volumes de água em apenas pouco tempo, a RosCosmos, a empresa Russa que lança a cápsula Soyuz ao espaço opta por construir seu "landing Pad" de uma forma especial para que o som não consiga

rebater em nenhuma estrutura próxima, muitas vezes construindo suas estruturas na beira de despenhadeiros.



Ao se investigar na história dos lançamentos espaciais, é possível observar diversos casos onde o som influenciou um foguete e/ou teve grandes impactos no desenrolar da missão.

Em ambos foguetes, o SaturnV (usado nas missões do Apollo) quanto no Space Shuttle o som criou problemas em algumas missões, No Space Shuttle esse problema ocorreu na proteção térmica de cerâmica que protege o foguete na volta à terra, enquanto no SaturnV o problema ocorreu nos tanques de combustível onde a movimentação excessiva de combustíveis dentro do tanque na missão Apollo 13 esse efeito foi chamado de [Efeito Pogo](#), nessa missão outro problema ocorreu que não só impossibilitou os astronautas de pousarem na lua mas também os colocou em grandes perigos.

Ao estudar e investigar modos em que a empresa spaceX conseguiu com seu sistema de pouso e lançamento, é seu veículo criado para viagem interplanetária (o BFR), os diversos modos e métodos que poderiam ser utilizados no lançamento de foguetes uma vez que construir uma estrutura complexa não seria possível.

## Objetivos:

Os nossos objetivos são realizar pelo menos um dos experimentos abaixo, e se possível conseguir chegar em resultados parecidos com os percebidos por cientistas e profissionais.

## Materiais e Método:

- Balão
- Pote (ou como foi usado no segundo experimento, um rolo de fita)
- Lazer
- Fonte de som, (usado tanto o alto falante Bluetooth, quanto o amplificador)
- Papel (para fazer o suporte do lazer)

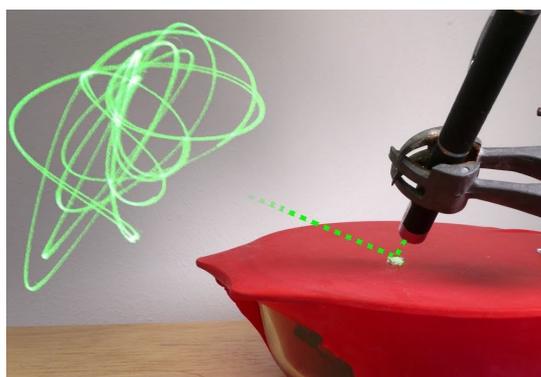
## Chladni Plates:

Um experimento proposto pelo físico Alemão Ernst Chladni, esse consiste em observar a forma de deformação em uma placa de metal expostas em padrões de areia, dessa forma os grãos de areia se acomodam nos lugares da placa em que ela não deforma, mas sim se mantém parada. Ele também percebeu que diferentes frequências criavam diferentes padrões, isso pois as ondulações se alteram, assim formando diferentes figuras e desenhos. Ernst então as catalogou e nomeou de Chladni Figures



## Laser e Balão:

Tentar observar a forma que uma película, o balão deforma com o som, usando um laser e um pedaço de espelho colado em sua superfície. Dessa forma as vibrações serão transmitidas pelo ar para o balão, movimentando o espelho colado na superfície e mudando a direção em que o laser irá ser refletido.



## Resultados e discussão

Video do experimento:

<https://bit.ly/2TxWlvm>

## Conclusão

Inicialmente nós começamos tentando com uma fonte de som menor a qual não produzia desenhos grandes os suficientes, mas ao mudar para o amplificador, conseguimos desenhos muito maiores. Assim também conseguimos observar frequências específicas onde a figura se tornava diversa vezes maiores que nas restantes das frequências, essa pode se afirmar que é a frequência ressonante, outro problema encontrado, foi o volume muito alto do amplificador, foi usado, um fone de ouvido com um som tocando, chamado white sound, esse ajudou a combater as vibrações, assim podemos também observar certas frequências as quais, o espelho presente na película, vibra excessivamente causando o laser a desalinhar.

Assim podemos absolutamente relacionar o som e frequências a forte interação com sólidos, podemos observar as diferentes interações que o som causa na matéria apenas por mudar a frequência.

## Referências:

Vídeos dos experimentos Canal Steve Mold:

STEVE, Mold - **Chladni Plates** Disponível em <<https://bit.ly/3e91X9a>> 1 Mar 2016

STEVE, Mold - **Laser e Balão** Disponível em <<https://bit.ly/35CDBk9>> 28 Sep 2017

HARISH, Ajay - **Tacoma Narrows Bridge** Disponível em <<https://bit.ly/37IFXRe>> 27 Jan 2020

<video do incidente> <https://bit.ly/3orgfGV>

Relação com o Tema <<https://bit.ly/3oyCzhG>>

## Fotos usadas:

<https://bit.ly/3mpdxje> Foto (O Que é o som)

<https://bit.ly/3msxeGZ> Efeito Pogo

<https://bit.ly/31NiNFH> Teste do sistema de água sem foguete NASA

## 14 - EXPLORAÇÃO DO MINÉRIO DE FERRO EM MARTE

João Meirelles Ohara; Marco Lipszyc Kuzniec; Michel Wachsmann; Samuel Felberg

Professora Orientadora: Maria Fernanda Moreira

---

### Resumo

A exploração espacial está ganhando destaque, já é uma realidade para os habitantes do Planeta Terra. Tratando isso como um tópico importante para a longevidade da humanidade, este projeto visa investigar maneiras de facilitar uma possível civilização futura estabelecida em Marte. O grupo estudou possíveis formas de extrair o ferro, de diferentes bases, devido à sua essencialidade para o desenvolvimento de uma sociedade emergente, que necessita do metal em todas as suas funções. Após uma longa análise, sobre a forma industrial de extrair o ferro chamada "alto-forno", o grupo descobriu que não seria capaz de reproduzi-lo. Em seguida, um método viável foi adaptado, este é a extração de ferro de alimentos utilizando um ímã. Os produtos utilizados para a extração do ferro foram cereais e grãos de feijão, devido à grande quantidade desse metal em suas composições. O grupo conseguiu extrair uma quantidade razoável de ferro do cereal solubilizado, mas o resultado dos feijões não foi o mesmo. Conseqüentemente, o grupo percebeu que, para uma sociedade emergente em Marte, este experimento poderia suportar a necessidade desse mineral. Para melhores resultados, é necessário um ímã mais forte que atrairia mais ferro da mesma quantidade de comida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ferro; Marte; Experimento; Extração; Sociedade; Alimentos.

---

### Abstract

The space exploration is coming to the fore, it's already a reality for the inhabitants of the Planet Earth. Treating this as an important topic for the longevity of humanity, this project is about investigating ways to facilitate a possible future civilization established on Mars. The group studied possible ways to extract iron from

different bases because of its essentiality for develop an increasing society that needs the metal in all its functions. After a long analysis about the industrial way to extract iron named “blast furnace”, the group discovered that it wouldn’t be able to reproduce it. Then, a viable method was adapted that is the extraction of iron from food using a magnet. The products used to extract iron were cereals and beans due to the large amount of this metal in its composition. The group were able to extract a reasonable quantity of iron from the solubilized cereal but the result from the beans was not the same. Consequently, the group realized that, for an increasing society in Mars, this experiment could support the necessity of this mineral. For better results, it’s needed a powerful magnet that would attract more iron from the same amount of food.

**KEY-WORDS:** Iron; Mars; Experiment; Society; Food.

---

## Introdução

O Planeta Terra apresenta milhares de recursos espalhados pelos seus territórios, dentre eles, os naturais, como os minérios, gases, líquidos, por exemplo, a água, estes são encontrados de diversas formas e especificações, podem ser encontrados em diferentes estados físicos da matéria. Porém, estes recursos podem ser finitos. Alguns deles são extremamente essenciais para a sobrevivência humana, tal como, água, alimentos e certos minerais.

Estes essenciais estão cada vez mais escassos e passam a ser encontrados em poucas quantidades que não suportariam o crescimento populacional mundial eternamente. Contudo, é sabido que uma das possíveis maneiras de contornar a falta de recursos na Terra, é a exploração espacial, especificamente, a criação de uma sociedade em Marte (KNAPTON, 2017) [4].

Para tal existem milhares de requisitos que sem eles uma possível vida no Planeta Vermelho seria inexistente. Um desses é a dominação do solo e dos seus recursos naturais (CURRERI, 2018) [1]. Talvez o principal minério seja o ferro, um dos mais importantes recursos naturais para a ascensão de uma sociedade.

O minério de ferro é encontrado em diversas formas, e delas, se designam diferentes funções. O papel final mais comum do minério na humanidade é o aço,

isto é, ligas metálicas do próprio elemento com outros, sendo eles, metais ou não metais, como o carbono, por exemplo.

Visando uma sociedade fértil, capaz de expandir seu conhecimento e avançar tecnologicamente acima do solo de Marte, é necessário dominar os recursos presentes no solo que se estabelecerá, isto porque, para utilizar as ferramentas e máquinas necessárias, elas têm que ser desenvolvidas no espaço. Não é viável o transporte da Terra para Marte de todo o material que terá de ser utilizado. Então deve-se ter conhecimento dos minérios presentes no Planeta.

No Planeta Terra, é possível encontrar o ferro em diversas formas, óxidos, carbonatos, minérios, entre outras. A abundância do ferro presente facilita e aumenta seu potencial de utilização, pode se encontrar o ferro metálico para a produção do aço ou a hematita para a produção de pregos e parafusos.

Todavia, o ferro, em Marte, é encontrado em sua forma de óxido de ferro, ou,  $Fe_2O_3$ . A oxidação do minério facilita sua utilização para funções específicas, como, pigmentos duráveis para a produção de tintas, porém, impede sua utilização para as demais funções.

Para o óxido de ferro poder ser utilizado para funções como ligas metálicas, ele deve ser transformado em ferro metálico, através de um processo de redução do  $Fe_2O_3$ , assim podendo gerar o aço, construir estabelecimentos, máquinas, indústrias, ou melhor, uma sociedade.

Mas o manuseamento do ferro não é simples, para realizar a redução do  $Fe_2O_3$  é necessário um alto-forno, isto é, uma máquina industrial de larga escala, que é capaz de modificar a estrutura do minério.

Este processo é dado pela inserção da hematita, do calcário e do carvão coque em uma estrutura, denominada alto-forno, que promove uma reação de combustão do carvão a partir de uma corrente de ar quente que é liberada na base da maquinaria.

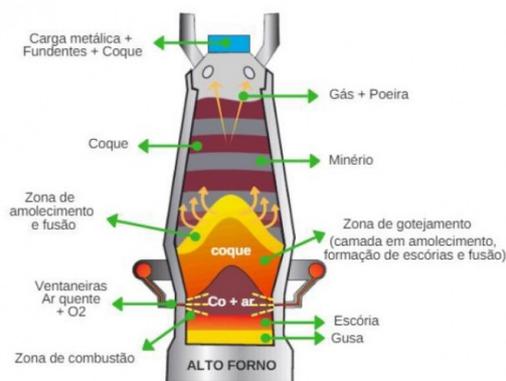


Figura 1 – Funcionamento do alto-forno

Figura 1: Esquema do funcionamento do alto-forno. Fonte: <https://images.app.goo.gl/EdJXC3hjFmN67PZ2A>

O carvão combustado, CO, reage com o óxido de ferro e forma o minério de ferro metálico (FOGAÇA); (MELO, 2014); (OLIVEIRA; FABRIS; PEREIRA, 2012) [5; 3; 6]. Este processo libera gás carbônico para a atmosfera, que é um gás tóxico que já está em abundância na atmosfera marciana. Uma possível solução para tal liberação é uma máquina, criada pela empresa espacial norte-americana NASA, para gerar gás oxigênio. Esta máquina foi nomeada de MOXIE – “Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment” – e seu funcionamento é baseado em reações químicas que liberam O<sub>2</sub>, gás oxigênio, a partir do CO<sub>2</sub> (MEYER, 2020) [7].

O processo de formação do ferro metálico a partir da combustão com o carvão suplementado pela máquina transformadora de gás carbônico da NASA é o plano ideal para uma futura sociedade em Marte conseguir alcançar, em menos tempo, grandes quantidades de minério pronto para utilização. Porém, não é uma opção viável o transporte ou até a construção de um alto-forno no solo do Planeta Vermelho, então, nosso experimento se baseia em uma alternativa possível de realizar em qualquer ambiente, sem precisar de equipamentos específicos em grandes escalas.

Os alimentos que são ingeridos por todos os seres humanos são ricos em diversos âmbitos, apresentam variedades proteínas e minerais. Alguns desses alimentos que estão presentes no cotidiano da humanidade, é rico em ferro, por tanto, é possível extrair o elemento já que ele se encontra na composição de alimentos.

O processo de extração do ferro com base alimentícia ocorre a partir da solubilização de alguns dos alimentos mais ricos em ferro, entre eles, o feijão, uma leguminosa, e o cereal, uma composição de grãos. A partir desse ponto, o ferro será atraído por uma fonte eletromagnética, um ímã, que aos poucos irá concentrar todo o elemento presente no alimento, assim facilitando sua extração.

Este é um processo não tão eficaz ao comparar com o processo industrial de formação de ferro metálico, mas é uma opção viável, simples e que não necessita materiais que diferem dos comuns.

O minério de ferro é um elemento metálico que apresenta propriedades magnéticas e ao entrar em contato com a água, é transformado em um cátion por causa da perda de elétrons que ocorre em sua formação molecular. O cátion de ferro apresenta polos de magnitude positiva, portanto é atraído pelas cargas negativas e pelo campo magnético formado pelo ímã.

## **Objetivos**

### **Geral**

A importância da dominação do minério de ferro para a construção de uma sociedade em Marte.

### **Específicos**

1. A relação da mineração do Ferro com a construção de uma sociedade no local.
2. Diferenças da concentração e forma do ferro encontrada no solo de Marte e da Terra.
3. O método eficaz para a mineração do óxido de ferro, encontrado em Marte.
4. Apresentar possível extração do Ferro a partir de alimentos.
5. Apontar problemas encontrados na utilização do método viável.
6. Comparar método industrial com o realizado na experimentação.

## Materiais e Métodos

A maneira viável da manutenção do minério de ferro é a sua extração a partir dos alimentos presentes no cotidiano, nesse caso, será utilizado cereais e leguminosas, com exemplares como o feijão e o cereal comum.

O experimento consiste na separação do ferro encontrado na constituição dos alimentos utilizados no experimento. Para tal, será utilizado uma fonte magnética que atrairá a quantidade, mesmo que pequena, do minério presente.

Para facilitar a operação os devidos alimentos estarão imersos em água para a solubilização das substâncias e ocorrerá a interação magnética entre o imã e sua fonte. Portanto, será possível a separação do minério de ferro e sua extração do alimento.

### Passo à passo

1. Adicionar primeiramente 300g de cereal disponibilizado, em um recipiente maleável e lacrado.
2. Adicionar água no recipiente até que o alimento fique imerso.
3. Aos poucos amassar o alimento para agilizar sua dissolução.
4. Iniciar marcação de tempo até total separação do minério.
5. Passar o polo magnético inúmeras vezes entorno da sacola.
6. Observar o aglomerado de ferro ser atraído pela fonte.
7. Atrair o minério para o canto extremo do recipiente.
8. Cortar a ponta do reservatório com o ferro aglomerado.
9. Por fim, pesar a quantidade de minério extraída.

Estes passos à cima referem a um nível controle, no qual será utilizado como base para a construção de uma comparação com os demais níveis do experimento total. Para realizá-lo por completo, deve-se repetir o “Passo à passo” com certas variáveis.

Será feito apenas um nível além do já citado, para tal, é necessário disponibilizar no recipiente único 300g de feijão. O restante dos materiais é igual, tal que, será utilizado o controle para a comparação.



Figura 2: Imagens do experimento pesquisa/modelo. Referência nº2.

Para a finalização do experimento, deve-se montar uma relação com o tempo total da extração do ferro, a quantidade de minério obtida e sua proporção com a quantidade de alimento disponibilizada.

Para a realização do experimento necessitaremos dos seguintes materiais:

1. 300g de cereal comum.
2. 300g de feijão cozido.
3. 2 sacolas plásticas (estilo zip-lock).
4. 4L de água.
5. 1 Medidor de líquidos.
6. 1 Imã neodímio em bloco.
7. Balança de precisão.
8. Marcador de tempo.

## Resultado e Discussão

Após a realização do experimento, concluímos que caso aumentássemos proporcionalmente a escala dos materiais utilizados, seria possível obter uma quantidade relevante de ferro, com enfoque no uso do minério para erguer uma futura

sociedade estabelecida em Marte. Porém, temos consentimento de que a quantidade de alimentos teria que ser extremamente grande, mas como foi dito anteriormente, o foco principal desse experimento é substituir a extração do minério de ferro, por meio de indústrias que usufruem do sistema denominado “alto-forno”, para o nosso método considerado viável para situação disponível.

Entretanto, o resultado do experimento obteve uma boa correlação com nossas expectativas. Como esperado, foi possível extrair uma maior quantidade de ferro ao utilizar o cereal em comparação ao feijão.

Na primeira extração, ocorreram algumas falhas que estavam em nossas pressuposições, tais como, a escolha de um recipiente com volume maior do que o ideal, a dificuldade de obter bons registros e comparações, entre outros. Todavia, enquanto avançávamos com o experimento, atualizamos nossa conduta para conseguir alcançar o resultado esperado.

Retomamos o experimento extraíndo novamente o minério de 300g de cereal solubilizado em água e após 15 minutos atraindo-o com o imã, foi possível retirar uma quantidade visível de ferro, tal que foi comparada com o grão de feijão utilizado no decorrer do experimento.



Figura 3: Ferro extraído do cereal x Grão de feijão

Em seguida, prosseguimos com nosso método, mas, desta vez utilizamos o feijão cozido. Como resultado, não conseguimos extrair o minério da leguminosa. Talvez seria possível a extração de ferro a partir do feijão, caso tivéssemos utilizados um bloco de imã de neodímio de maior volume, ou seja, de maior taxa de eletromagnitude. Seguimos o mesmo protocolo e chegamos a novamente nossa expectativa, na qual apontava que iríamos conceber melhores resultados no

experimento com o cereal por causa da sua superioridade na quantidade de ferro por uma determinada quantidade de alimento.

Com esses dados previamente retirados das tabelas nutricionais, de cada elemento que foi utilizado no experimento, foi possível atingir todas nossas expectativas de acordo com o esperado.

A partir de uma pesquisa, conseguimos comparar a quantidade de ferro extraído, utilizando nosso método viável para a situação, e as quantidades que são produzidas industrialmente. Um sistema de “alto-forno” consegue gerar cerca de 13 mil toneladas de ferro, por dia de funcionamento, com isso temos que, em uma duração de 15 minutos é possível alcançar um número de, aproximadamente, 135 mil quilogramas do minério.

Estabelecendo nossa comparação, compreendemos que em 15 minutos de experimento, com o cereal como elemento base, obtivemos uma quantidade exígua com a extração manual, ou seja, teríamos que multiplicar nossa produção em mais de mil vezes para chegar ao patamar da produção industrial.

Porém, retomando o enfoque do experimento, determinamos um meio viável de extração de ferro, no qual não será necessário a utilização de indústrias ou grandes máquinas. A extração do minério de ferro a partir da solubilização de alimentos é extremamente viável para alavancar o início da formação de uma sociedade em solo marciano. Apenas elevando as quantidades em uma baixa proporção se torna possível a extração de uma quantidade relevante para o uso do minério.

## **Conclusão**

Nós, humanos, temos noção de que a exploração espacial para o descobrimento de um novo habitat para a nossa sobrevivência é inevitável, e então, não podemos descartar o nosso possível futuro planeta viável para a construção de uma civilização, o Planeta Marte. Ao pensar em erguer uma sociedade revolucionária é essencial a dominação do solo, porém, essa não é uma simples tarefa, portanto, a obtenção de minérios importantes como o ferro deve ser tratada de maneira simples e eficaz.

E a partir desses conceitos que dirigimos nossos experimentos, resultando no aprofundamento de um método viável para a extração do minério de ferro em um local

onde não se conhece ou não se encontram maneiras possíveis para extraí-lo com técnicas de mineração. Constatamos que a extração do minério feita de maneira industrial é o método que apresenta melhores resultados, todavia, não está entre as maneiras mais simplistas.

Com isso, temos a extração do minério de ferro a partir de alimentos que, solubilizados em água, conseguem separar-se do elemento. Este método viável para a situação tem total capacidade de alavancar as necessidades básicas de uma futura civilização nupérrima de terráqueos em busca de novos ambientes.

## Referências

1. CURRERI, P A. **Aerospace Materials and Applications**. NASA Technical Report Server, 2018. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20180000883.pdf>. Acesso em: 22, abril 2020.
2. ORGILL, J. **Eating Iron: How To Extract Iron From Your Food**. ActionLab Vlogs - YouTube. 31, julho 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kATPE9kExeE>. Acesso em: 27, maio 2020.
3. MELO, C N M. **Estudo da autorredução de óxidos de ferro usando diferentes fontes carbonáceas**. Poli Monografias – UFRJ, 2014. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009923.pdf>. Acesso em: 27, maio 2020.
4. KNAPTON, S. **Human race is doomed if we do not colonise the Moon and Mars, says Stephen Hawking**. The Telegraph, 2017. Disponível em: <https://www.telegraph.co.uk/science/2017/06/20/human-race-doomed-do-not-colonise-moon-mars-says-stephen-hawking/>. Acesso em: 09, junho 2020.
5. FOGAÇA, J R V. **Obtenção de ferro**. Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/obtencao-ferro.htm>. Acesso em: 27, maio 2020.
6. OLIVEIRA, L C A; FABRIS, J D; PEREIRA, M C. **Óxido de ferro e suas aplicações em processos catalíticos: uma revisão**. SciELO. 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422013000100022&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422013000100022&script=sci_arttext). Acesso em: 27, maio 2020.
7. SOROKANICH, R. **NASA vai usar CO2 para fazer oxigênio na superfície de Marte**. Gizmodo Brasil. Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/nasa-vai-fazer-oxigenio-com-co2-na-superficie-de-marte/>. Acesso em: 27, maio 2020.

## 17 - POSSIBILIDADE DE HABITAÇÃO E PLANTAÇÃO EM MARTE

Ana Arida, Marcio Henrique, Pedro Araújo, Sofia Ribas

Professora Orientadora: Maria Fernanda Moreira

---

### Resumo

Para realizar o trabalho e experimento do grupo, foi feito um estudo e análise do solo e dos tipos de plantas que poderão ser plantadas nele antes de pensar em algum tipo de construção, habitação e forma de vida em Marte. Primeiro, para simular e estudar o solo de Marte foi construído uma estufa. Sua finalidade é proteger as plantas em relação a amplitude térmica, luz solar e as temperaturas extremas. Nessa estufa foram feitos testes com diferentes tipos de plantas em distintas condições ambientais com objetivo de analisar qual das plantas é mais apropriada para ser plantada no solo marciano e para pensar em uma possível habitação. Fora isso, para analisar melhor tanto o solo como outras condições únicas de Marte foi construído uma habitação em forma de iglu. Como Marte é um planeta com muita tempestade de areia e ventos de altíssima velocidade, uma habitação em formato de semicírculo se mostrou a melhor opção para manter uma vida segura em Marte.

**PALAVRAS-CHAVE:** vida em Marte, atmosfera, solo de marte, temperatura média, composição do solo, composição atmosférica, água, nitrogênio, dióxido de carbônico, Terra, planeta, nutrientes, radiação, atmosfera de Marte.

---

### Introdução

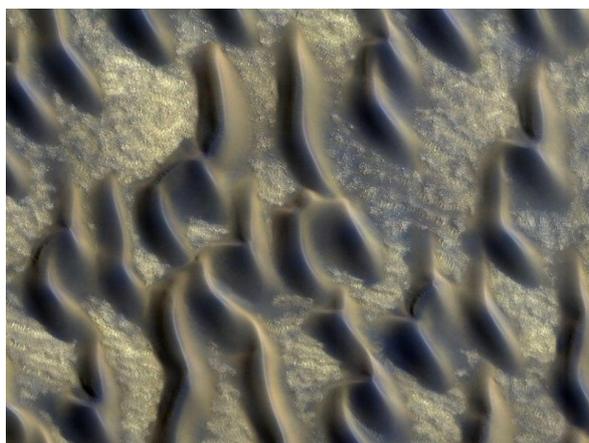
#### Características da composição do solo de Marte e disponibilidade de água

A vida em Marte sempre foi uma possibilidade pensada e está sendo uma questão ainda muito estudada. Primeiramente é essencial um estudo aprofundado em relação às condições do planeta para a transferência do homem a Marte.

Com a aterrissagem do robô Curiosity no dia 5 de agosto de 2012, com a finalidade de estudar o solo marciano, a partir das imagens captadas por este foi possível observar uma formação rochosa complexa e variada, além disso apresentando vestígios da passagem de água em algumas regiões. A superfície do

planeta vermelho devido a falta de interação com a água, possui seu solo muito similar ao basalto vulcânico o Havai.

Marte também pode ser conhecido por sua crosta “enferrujada” por conta das poeira das rochas vulcânicas de basalto. Além disso sua composição consiste principalmente em pó de minério oxidado, os nutrientes sódio, potássio, cloreto e magnésio. A crosta marciana possui entre 10 a 50 quilômetros de espessura, e diferente da Terra não possui placas tectônicas, ou seja não há movimento em sua superfície, há apenas a ação das rochas derretidas que saem até a superfície no mesmo ponto com sucessivas erupções, formando inúmeros vulcões na crosta marciana, porém possui a maioria do seu solo formado por dunas de areia como representado na imagem abaixo.



Dunas de areia da superfície marciana, encontradas ao sul da calota polar norte. (Coloração falsa)  
créditos imagem: NASA/JPL/University of Arizona)

Existem evidências que indicam que não ocorreram erupções vulcânicas por milhões de anos. O manto de Marte está em sua maior parte inativo, sua composição consiste em silício, oxigênio, ferro e magnésio, com aproximadamente 1.880 quilômetros de espessura de acordo com a NASA. Já o centro do planeta, consiste em um núcleo sólido de ferro, níquel e enxofre com 1.500 e 2.100 quilômetros de diâmetro. Como não há movimento do núcleo, o campo magnético de Marte não atinge toda sua matéria, mas sim linhas de campo esporádicas como “luzes de natal” apelidados pelos cientistas. Assim consequentemente sem um campo magnético global, a radiação intensa em comparação com a terrestre.

A temperatura de Marte varia entre 20 graus Celsius e menos 153 graus Celsius, como o planeta é muito frio para existência da água líquida, atualmente só existe na forma de gelo e em camadas de gelo nas calotas polares. Com um novo estudo realizado por cientistas do Instituto Tecnológico de Tóquio, concluíram que em sedimentos sólidos e rochas encontradas foram antigos lagos em Marte. A água presente era bastante semelhantes aos oceanos terrestres, aproximando cada vez mais a teoria da possibilidade da vida. Além disso evidências sugerem que o fluxo de água se intensificou a partir das atividades de vulcanismos e inundações. Assim com uma criosfera de gelo há um processo de fusão até o equilíbrio, conseqüentemente aumentando o volume do lençol freático em forma de água subterrânea.

Mesmo que a superfície de Marte seja impossível nas condições atuais de vida humana, existem recursos que sugerem que a água já fluiu em Marte em algum período, com uma possibilidade de uma vida passada. FAURE; MENSING. 2007.

### **Características da composição atmosférica de Marte**

Marte é um dos seis planetas facilmente observáveis da Terra e, por isso, é conhecido desde a antiguidade. Sua atmosfera de Marte é bastante diferente da atmosfera da Terra. Ela é constituída essencialmente por dióxido de carbono (95%), azoto (menos de 3%), árgon (menos de 2%), oxigênio (0,13%) - o que não é surpreendente, dado que o oxigênio da Terra é essencialmente um produto da vida e não a sua causa – e água (0,03%).

A temperatura média registrada em Marte é  $-63^{\circ}\text{C}$  ( $-81^{\circ}\text{F}$ ) com uma temperatura máxima de  $20^{\circ}\text{C}$  ( $68^{\circ}\text{F}$ ) e mínima de  $-140^{\circ}\text{C}$  ( $-220^{\circ}\text{F}$ ). As baixas temperaturas e a baixa pressão atmosférica levam a que, na maior parte do planeta, a água só possa existir em dois estados: gelo ou vapor. Dados da missão 2001 Mars Odyssey, levam a crer que há grandes quantidades de água no estado sólido contida nos poros do solo marciano. De fato, identificou-se a presença de vestígios de vapor de água na atmosfera marciana e nos calotes polares que, contudo, são majoritariamente constituídas por gelo de dióxido de carbono. Embora a água líquida não possa existir atualmente em Marte, os numerosos canais no planeta são indicativos de que a água fluiu no passado. Isto implica que a atmosfera de Marte deve ter sido mais densa e mais quente no início de sua formação. Marte perdeu a

maior parte de seu CO<sub>2</sub> via (intemperismo) processos carbonáceos e condensação na superfície.

A interação da atmosfera com a irradiação solar causa a dissociação do CO<sub>2</sub>, que é dissociado em monóxido de carbono (CO) e Oxigênio (O) por meio da luz ultravioleta principalmente e por meio da oxidação do CO com OH ocorre a restauração do CO<sub>2</sub>. Assim, após ter sofrido todos esses processos, Marte hoje possui uma atmosfera muito rarefeita e tênue (menos de 1% da pressão atmosférica normal na Terra) comparada com a da Terra, embora seja suficientemente densa para permitir ventos fortíssimos que levantam verdadeiras tempestades de areia que chegam a cobrir quase todo o planeta. PATER, I. 2006.

### **Características da composição do solo da Terra**

O solo terrestre é a camada superficial da crosta do planeta, sendo formado quase que inteiramente por aglomerados minerais e matéria orgânica da decomposição de plantas e animais. Em relação à agricultura, o solo tem importância fundamental, uma vez que é onde o alimento será plantado e por fornecer nutrientes às plantas, tendo que ser levado em conta quando estuda-se a possibilidade de plantação em outro planeta. Os principais fatores a serem levados em conta quando caracteriza-se o solo são: o clima, a incidência solar, a rocha que originou o solo, matéria orgânica e cobertura vegetal. Existem quatro tipos de solo, são eles arenoso, argiloso, humoso e calcário. Logo, para que seja possível plantação em Marte, que possui solo diferente, é necessário estudo e entendimento de suas condições. TAYLOR. 1992.

### **Características da composição atmosférica da Terra**

Na Terra, com exceção de algumas bactérias e fungos, todos os seres vivos necessitam de oxigênio. Este é o segundo elemento da atmosfera em quantidade (cerca de 21%), mas o de maior importância para que os seres vivos obtenham energia para a sua sobrevivência. O gás mais abundante na Terra é o nitrogênio (N<sub>2</sub>), gás incolor e que constitui 78% do volume do ar. O nitrogênio é um elemento químico importante para todos os seres vivos, na síntese de proteínas. Este gás é de grande importância para o desenvolvimento dos vegetais e, no solo, é muito utilizado por vários tipos de bactérias. Outro gás que constitui a atmosfera da Terra é o gás

carbônico ( $\text{CO}_2$ ) que constitui cerca de 0,04%. Este é produto da respiração dos seres vivos e de todos os processos de combustão. Menos de 1% do ar é constituído por um conjunto de gases pouco conhecidos, que, por estarem em pequeníssimas quantidades, além da estabilidade química que apresentam, são denominados gases nobres. Nossa atmosfera também é rica em água, que se encontra na forma de vapor, gotas de chuva ou minúsculos cristais de gelo suspensos nas nuvens. A atmosfera parece um grande reservatório de água, que se origina da evaporação da água dos rios, lagos, oceanos e até do solo, pelo aquecimento do Sol e, principalmente, pela transpiração dos vegetais.

Aproximadamente 51% da energia solar que chega ao topo da atmosfera atinge a superfície da Terra. A maior parte desta energia é reirradiada para a atmosfera. Como a Terra tem uma temperatura superficial bem menor que a do Sol, a radiação terrestre tem comprimentos de onda maiores que a radiação solar, situados no intervalo infravermelho, entre 1m e 30m. O vapor d'água e o dióxido de carbono são os principais gases absorvedores neste intervalo. O vapor d'água absorve aproximadamente 5 vezes mais radiação terrestre que todos os outros gases combinados e responde pelas temperaturas mais altas na baixa troposfera, onde está mais concentrado. A atmosfera é bastante transparente à radiação solar (ondas curtas) e mais absorvente para radiação terrestre (ondas longas). ZOU, H.; Chen, H.; Shi, W.; Yu, X.; Zou, J.; Zhong, W. 2010.

Quando a atmosfera absorve radiação terrestre ela se aquece e eventualmente irradia esta energia, para cima e para baixo, onde é novamente absorvida pela Terra. Portanto, a superfície da Terra é continuamente suprida com radiação da atmosfera e do Sol. Esta energia será novamente emitida pela superfície da Terra e uma parte retornará à atmosfera que, por sua vez, reirradiará uma parte para a Terra e assim por diante. Este jogo entre a superfície da Terra e a atmosfera torna a temperatura média da Terra de mais ou menos  $35^\circ\text{C}$  mais alta do que seria. Sem os gases absorvedores da nossa atmosfera, a Terra não seria adequada para a vida humana e muitas outras formas de vida.

Em relação a temperatura terrestre é essencial para a possibilidade de vida, tornando habitável com a regulação da atmosfera que também desempenha um papel

essencial na regulação da temperatura, protegendo o calor excessivo e radiação e retém o calor dentro da terra.

As temperaturas médias globais são variadas, pois dependem de diversos fatores como as estações do ano relacionadas mas principalmente a distância entre a Terra e o Sol tornando a terra um planeta com vida, também interferiam a inclinação terrestre, altitude, latitude, correntes marítimas, continentalidade e maritimidade, e até a própria vegetação. A atmosfera terrestre permite a entrada da radiação solar na superfície, que absorve a maior parte do calor, e outra parte é refletida. Este fenômeno é denominado de efeito estufa, que permite uma média de 15 graus Celsius, já que sem ele a temperatura seria de 18 graus Celsius abaixo de zero, assim aumentado 33 graus, criando a possibilidade de vida no planeta. Porém durante os últimos anos a temperatura global vem aumentando devido o aquecimento global com aproximadamente 0,95 graus Celsius entre 1880 e 2016. Tudo isso devido a intensificação da atividade humana provocando este aquecimento.

Já em relação a pressão atmosférica terrestre, esta atua em toda camada da Terra, cobrindo uma faixa de 800 km de espessura entre a superfície e a pressão exercida. Esta camada composta por gases principalmente nitrogênio e oxigênio e outros gases, variando com maior ou menor quantidade destes. Porém este fenômeno depende da altitude da superfície terrestre, quanto mais alto menor a pressão, assim quanto menor a altitude maior a pressão. MCKAY, David S.1996.

### **Caracterização da produção de batata no Brasil**

Como é de conhecimento de muitas pessoas, a batata é um alimento muito fácil de ser cultivado. Justamente por essa simplicidade o grupo escolheu este tubérculo para realização do experimento. Mesmo sendo um alimento que aceita diversos tipos de clima, as batatas possuem algumas condições consideradas ideais para seu desenvolvimento. Sendo assim, essas condições devem ser alcançadas ou pelo menos aproximadas no experimento para que, caso o objetivo fosse ir para Marte, fosse possível modificar algumas características marcianas e aproximá-las para estes valores. SHARP, T. 2017.

**Clima:** A batata cresce melhor em clima ameno, sendo que a temperatura ideal para o cultivo situa-se entre 15°C e 25°C. Quando a temperatura do solo ultrapassa 27°C, a formação dos tubérculos é inibida.

**Luminosidade:** a batateira necessita de boa luminosidade para crescer bem, com pelo menos algumas horas de luz solar direta diariamente. Em regiões de clima quente, a batata pode ser cultivada com sombra parcial.

**Solo:** Plante a batata em solo bem drenado, sem pedras e outros detritos, fértil, rico em matéria orgânica e rico em nitrogênio. Solos argilosos pesados são menos adequados para o cultivo. CLIFFORD, S. 2014

**Irrigação:** Irrigue de forma a manter o solo sempre levemente úmido. O excesso de água facilita o surgimento de doenças na plantação. Suspenda a irrigação nas duas últimas semanas antes da colheita.

**pH:** O pH do solo ideal para o desenvolvimento das batatas é entre 5 e 6, porém, a batateira possui grande permissibilidade em relação à essa característica.

Além desses cuidados em relação às condições climáticas e do solo, existem devidas maneiras de se lidar com este tubérculo da hora do plantio até a hora da colheita. Para que o experimento dê certo, é necessário o conhecimento deste processo.

**Plantio:** plantações comerciais fazem o plantio de batata com as assim chamadas batatas-sementes certificadas, que tradicionalmente são batatas cultivadas em regiões livres de doenças que afligem a batateira. Geralmente essas regiões são sujeitas a invernos rigorosos, onde o solo congela no inverno, matando insetos vetores de viroses e patógenos que causam doenças. Atualmente as batatas-sementes certificadas também podem ser obtidas de plantas cultivadas com técnicas modernas em ambiente controlado. Em hortas domésticas o plantio pode ser realizado com batatas que não apresentam sinais de doenças. O ideal é deixar as batatas em ambiente bem iluminado até que os brotos (ou rebentos) cresçam (cada olho do tubérculo produz um broto ou rebento). As batatas podem ser plantadas quando os brotos atingem aproximadamente 2 cm de comprimento. É possível utilizar tanto batatas grandes cortadas quanto batatas de qualquer tamanho inteiras. Batatas grandes podem ser cortadas para produzir mais plantas, bastando deixar pelo menos

dois olhos ou brotos por pedaço. Os pedaços devem ser deixados em ambiente arejado ao menos por um dia para que as superfícies dos cortes sequem antes do plantio. Algumas cultivares de batata podem também ser cultivadas a partir de sementes retiradas do fruto da batateira, que são plantadas em sementeiras e posteriormente transplantadas quando têm pelo menos 4 folhas. Plantas originadas por sementes demoram mais para crescer e produzir, além de não apresentarem a uniformidade obtida pelo plantio de tubérculos, razão pela qual o plantio por sementes é normalmente utilizado somente para a obtenção de novas variedades. Batatas podem ser cultivadas em vasos, sacos e recipientes, desde que estes tenham pelo menos 30 cm de largura e de profundidade, que é o espaço mínimo recomendado para o plantio de uma única batata-semente.

Tratos culturais: o principal cuidado é não permitir que os tubérculos da planta (as batatas que serão colhidas) fiquem expostos à luz solar. Isso deixa as partes expostas da batata com uma cor esverdeada por causa da produção de clorofila e induz a produção de alcaloides tóxicos. Assim, amontoe terra junto aos pés das batateiras a cada 30 dias, mantenha o solo com uma boa camada de cobertura morta ou cubra o solo com um plástico preto opaco desde o início do plantio, além disso e necessário que retire plantas invasoras que estejam concorrendo por nutrientes e recursos. MOURET, S.

Colheita: As batatas podem ser colhidas quando as ramas estão amareladas e os tubérculos estão se soltando com facilidade. Deixar a planta secar antes de iniciar a colheita permite que as batatas fiquem armazenadas por um período maior, mas é necessário que o solo não esteja úmido. A batata pode estar pronta para ser colhida de 75 dias a 180 dias (na maioria das vezes, 100 a 150 dias), dependendo da cultivar, do clima e de outros fatores regionais.

A batateira é uma planta tóxica e suas ramas, folhas e frutos não devem ser utilizados na alimentação humana ou de animais. Batatas esverdeadas podem ainda ser consumidas se um bom pedaço da parte que estiver verde for descartado, mas é preferível descartar a batata inteira ou usá-la como batata-semente.

## Objetivos

O objetivo geral estabelecido pelo grupo seria a adaptação do solo de Marte para a produção de alimentos visando uma possibilidade da habitação humana no planeta.

Em relação aos objetivos específicos abrangem a caracterização da composição do solo e composição atmosférica de Marte, sua disponibilidade de água, o estudo do solo terrestre e atmosfera, e além disso o crescimento da produção de batata no Brasil e suas especificidades.

## **MATERIAIS**

- GRÃOS DE FEIJÃO
- POTE PARA COLOCAR A PLANTA
- ALGODÕES
- SACO PLÁSTICO ZIP LOCK
- LEDS VERMELHO E AZUL

## **MÉTODOS**

Em relação aos procedimentos do experimento, como vamos simular uma forma de sobrevivência em Marte, primeiramente é necessário a plantação das batatas ou feijão em um solo que irá simular a superfície marciana. Com o uso da areia e tinta vermelha para colorir este material. Os brotos do tubérculo ou os grãos de feijão serão deixados por um determinado tempo em observação na areia com apenas a irrigação de água e iluminação como fatores invariáveis. A luz será fornecida por uma lanterna com luz LED azul e vermelha, para absorver e se desenvolver (simulação do Sol).

Em seguida será construída uma estufa em torno da plantação em forma de iglu. Esta estrutura será em formato de cúpula, pois além de dar maior sustentação, e evitar que materiais se depositem na parte superior, terá como papel principal a finalidade de isolante térmico para a sobrevivência das plantas, já que Marte possui uma grande amplitude térmica, e intensas tempestades de areia. O iglu será construído a base de isopor (isolante térmico), haverá um plástico transparente, e um umidificador de ar no interior deste para simular uma estufa. Além disso, ele é leve e pode ser transportado e montado com robótica simples, caso necessário. O

experimento retratará uma pequena simulação da plantação em Marte como na imagem criada pela NASA, porém em menor tamanho com outros recursos.

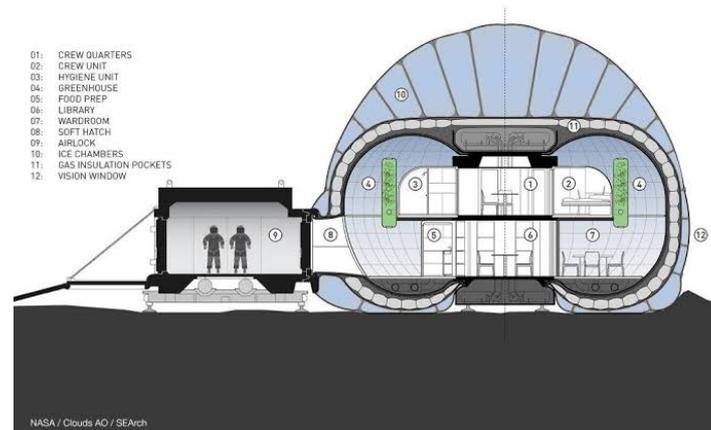
Assim será observado o crescimento das batatas ou feijão no interior da estufa por um determinado tempo, para no final, avaliar a questão principal, sobre a possibilidade da plantação e a vida em Marte.



A imagem representa uma simulação da possibilidade da plantação futura em Marte no interior de estufas como no experimento. (créditos imagem: NASA)



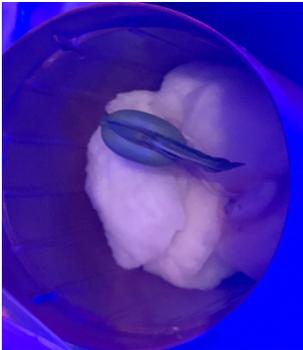
Simulação do iglu em Marte por fora [https://img-r7-com.cdn.ampproject.org/i/s/img.r7.com/images/2015/10/12/3szjl99iqb\\_1gufgkeica\\_file.jpg](https://img-r7-com.cdn.ampproject.org/i/s/img.r7.com/images/2015/10/12/3szjl99iqb_1gufgkeica_file.jpg).



Projeto e simulação do iglu em Marte por dentro criado pela NASA <https://hypescience.com/nasa-revela-projeto-de-casa-gelo-que-sera-construida-em-marte/amp/>

## Execução e Análise do Experimento:

### RESULTADO COM A LED AZUL



Após 3 dias regando o grão do feijão sob a luz da LED azul, a muda começou a aparecer.



3 dias desde o aparecimento inicial da muda de feijão.



10 dias desde o surgimento da muda.



15 dias depois.



20 dias depois.

## RESULTADO DA LED VERMELHA



3 dias desde o plantio do  
grão de feijão



6 dias depois



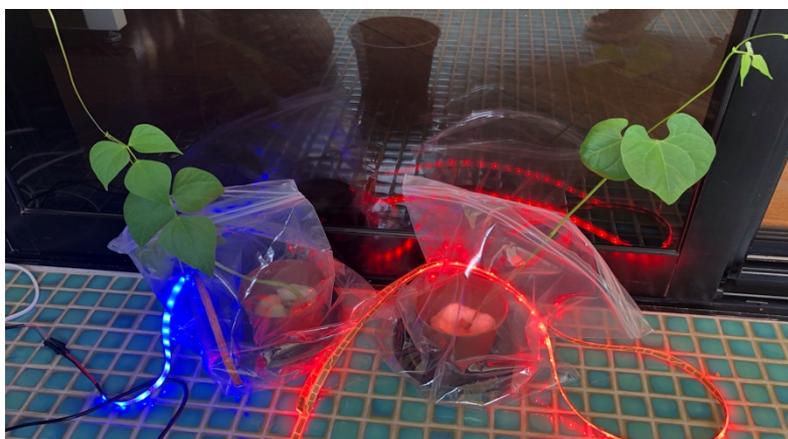
15 dias depois



20 dias depois

### **Análise e Discussão:**

- Percebemos que com as LEDs o desenvolvimento das plantas foi mais rápido e eficiente do que apenas com a luz do Sol;
- Ambas as luzes tem o mesmo potencial de fazer a planta crescer em um certo período de tempo;
- Essa técnica poderia ser utilizada para potencializar a produção de alimentos em Marte.



### **Referências**

- FAURE, Gunter; MENSING, Teresa M. Introduction to Planetary Science: The Geological Perspective. Editora: Springer, 2007.
- PATER, I. de; Lissauer, J. J. Planetary Science. Editora: Cambridge, 2006.
- TAYLOR, Stuart R. Solar system evolution: A new perspective. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1992.
- ZOU, H.; Chen, H.; Shi, W.; Yu, X.; Zou, J.; Zhong, W. Science China Technological Science. Effects of Martian crustal magnetic field on its ionosphere. June 2010, V. 53, Issue 6, pp 1717-1724.
- MCKAY, David S. et al. Search for Past Life on Mars: Possible Reclic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001. Science, vol. 273. Year 1996.
- SHARP, T. What is Mars Made Of?.Space.com, 2017.
- CLIFFORD, S. A model for the hydrologic and climatic behaviour of water on Mars.
- MOURET, S. Pressão atmosférica. Estudopratigo.com.br.

---

## **I10 - AVOIDANCE: PROTÓTIPO DE ROBÔ AUTÔNOMO EXPLORADOR DE TERRENOS**

Gabriela Magalhães, Giulia Marchiori, Henrique Moura

Orientadores: Maria Fernanda Moreira, Renato Pacheco Villar

---

### **ABSTRACT**

Considering the colonization of Mars, the work focuses on the exploration of the Martian surface in the search for a possible settlement region. To achieve this, according to research devised by NASA that defines the state-the-of-art in technologies for autonomous robots for space exploration, it would be necessary to guarantee the robot's integrity before possible relief obstacles. Therefore, it becomes necessary to use an algorithm that identifies and ensures that the robot dodges the obstacle successfully. At first, the prototype would be assembled by hand, but due to the pandemic caused by Sars-CoV-2, all activities had to be migrated to an online model, so the solution found was the use of the Scratch software, to program a game that simulates the prototype acting against obstacles. As a result, it was possible a prototype that, given the color of the obstacle, it identifies and avoids it according to the part of the sensor activated; turning more degrees if the activated part is in the central regions of the sensor, or less if it is on the border. However, when surrounded by many obstacles, the robot remains stuck and does not stop walking, something that can be subsequently fixed in the algorithm.

---

### **Introdução e Objetivos**

No curso que a humanidade está seguindo, o planeta vem cada vez mais sendo danificado por ações antrópicas. A sustentabilidade ambiental, ou seja, a maneira como lidamos com os bens naturais do nosso planeta, é um tema progressivamente discutido atualmente, já que a Terra é o ambiente onde a humanidade vive, e sem ela, não temos um lugar estável e pronto para ir.

Entretanto, caso a situação do planeta se torne crítica, a fim de garantir a sobrevivência da nossa espécie, é preciso buscar outro planeta para habitar.

Pesquisas a respeito do Planeta vermelho, Marte, vem nos mostrando que ele é o mais suscetível para uma futura colonização. Entretanto, sua atmosfera ainda é imprópria para a sobrevivência do homem.

Assim, levantou-se a provocação de como seria possível a construção de uma colônia espacial em território marciano na carência de mão de obra humana. Neste cenário de atmosfera imprópria o uso de robôs autônomos parte uma alternativa para a exploração do planeta vermelho. Seria necessário a atuação remota de um robô em terreno marciano para exercer as atividades essenciais para a manutenção da vida humana.

Resolveu-se estudar uma dessas atividades: a exploração do território. A colonização depende da escolha eficiente de um local propício para o começo das atividades básicas, e, de acordo com uma pesquisa da NASA para definir as tecnologias robóticas de ponta para a exploração espacial [1], a fim de identificar tal local, são necessários robôs com ótimas capacidades de locomoção, mapeamento do território, planejamento de rota e evasão de obstáculos. O êxito dessas capacidades depende diretamente do ambiente da superfície do planeta.

Com o propósito de garantir uma melhor adaptabilidade ao terreno marciano e uma exploração mais segura à integridade do robô, definiu-se como alvo uma boa capacidade de evasão de possíveis obstáculos.

Para começarmos as nossas prototipações, tivemos que pesquisar sobre sensores, para entendermos seu funcionamento com o objetivo de identificar o relevo e manter a integridade física do robô. Buscando sobre esse material, foram levantados os sensores de infravermelho, os sensores indutivos, os sensores capacitivos e os sensores fotoelétricos. [2]

### **Sensores: tipos e aplicações**

O sensor infravermelho é amplamente utilizado para sistemas de posicionamento e detecção de presença. Contudo, seu uso para detecção de falhas ou discontinuidades em superfícies, nas situações de distância fixa de uma superfície, se mostrou eficaz e merece melhor reconhecimento e proveito. Um ponto negativo é o fato de que para diferentes distâncias de detecção há a necessidade de ajustes manuais no sensor, tornando mais complexa a implementação desse sensor

em um equipamento ou sistema com maior nível de automatização. Para superfícies opacas, as leituras são mais precisas quando o sensor é ajustado para cada distância de detecção, mas no caso de um robô de inspeção, o fato de o ajuste ser feito manualmente não atrapalhará a detecção de falhas, pois, dentro de uma tubulação, a distância entre o sensor preso ao robô e a superfície do tubo será praticamente a mesma durante toda a inspeção dessa determinada tubulação. Já no caso de tubulações com suas superfícies interiores refletoras, o ajuste mínimo do sensor permite a melhor identificação de falhas, não necessitando de ajustes manuais quando há mudança da distância de detecção. Conclui-se assim que, apesar de dificuldades nos ajustes, a detecção de falhas pode chegar à precisão de 1 mm de espessura de falha.

Os sensores de proximidade indutivos são dispositivos de estado sólido projetados para detectarem objetos metálicos. Eles não estão sujeitos à avaria ou desgaste mecânicos, e não são afetados pelo acúmulo de contaminantes como pó, graxa, óleo ou fuligem na face sensora. Detectam tanto os metais ferrosos quanto os não-ferrosos, e seu princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo eletromagnético. Como vantagens, não são afetados pela umidade, não dependem de cor e possuem menor tamanho em comparação a outros sensores. Como desvantagens, sua distância sensora é menos do que outros tipos de sensores, e podem ser afetados por campos eletromagnéticos fortes.

Os sensores capacitivos são propícios para detectar não metais, sólidos e líquidos. Podem detectar metais, porém o custo é mais elevado que o indutivo. São semelhantes aos sensores de proximidade indutivos em tamanho, forma e conceito, todavia, seu princípio de funcionamento é por meio da geração de um campo eletrostático. Em vantagem, detectam através de certos materiais, possuem vida útil longa e diversas configurações de montagem. Em desvantagem, a distância sensora é curta e varia de acordo com o material a ser detectado. São muito sensíveis a fatores ambientais e nem um pouco seletivos em relação ao alvo.

Por último, sensores fotoelétricos operam detectando uma mudança na quantidade de luz recebida por um detector de luz, mudança na qual permite que o sensor detecte a presença ou ausência de um objeto. [3]

Estabelecendo de modo preciso o objetivo do projeto, agora considerando todos esses fatores, busca-se a construção de um protótipo de robô que consiga, de forma autônoma, seguir uma série de procedimentos programados – definição de algoritmo [4] – para identificar e evitar um obstáculo que sirva de potencial risco à integridade do robô.

## **Software Scratch**

O Scratch [5] é um projeto do Lifelong Kindergarten Group do MIT Media Lab disponibilizado gratuitamente. Com esse software é possível desenvolver jogos e animações de maneira simples e intuitiva. Para isso, usa-se blocos de comando ao invés de linhas de código, sendo apenas necessário encaixá-los na sequência que o usuário deseja.

Devido à pandemia de 2020 causada pelo COVID-19, a prototipagem do projeto tornou-se inviabilizada presencialmente. Para dar continuidade ao projeto, optou-se por programar o robô com o software Scratch, para simular seu funcionamento em um contexto real.

## **Objetivo geral**

Elaborar um algoritmo com qual o nosso robô virtual consiga desviar de qualquer obstáculo que o usuário coloque em seu caminho, junto a possibilidade de reposicionar os obstáculos enquanto o robô está em movimento.

## **Objetivos específicos**

- Buscar uma forma de fazer o robô identificar os obstáculos e desviar;
- Programar uma forma com que o robô mapeie seu trajeto;
- Criar uma interação usuário-percurso para fins experimentais.

## **Materiais e Métodos**

### **Criando os modelos**

No software Scratch, inicialmente, criou-se o modelo do robô, design pegu gratuitamente do próprio software e modificado (figura 1).

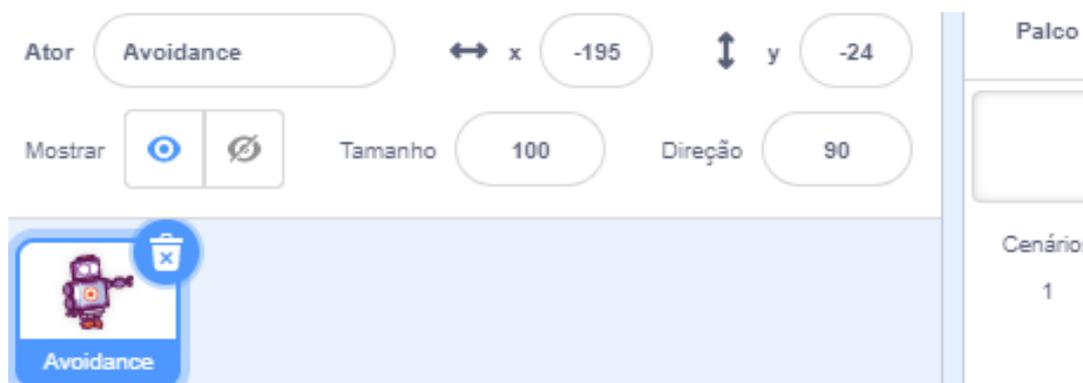


Figura 5: Ator e modelo do robô autônomo no programa.

Em seguida foi criado um modelo para o sensor, de quatro cores, para que o robô aja diferente de acordo com a cor que entrar em contato com o obstáculo. Olhando decima as cores foram: verde, na extremidade esquerda do sensor (parte de cima da imagem); azul claro, no centro esquerdo do sensor (centro em cima da imagem); rosa, no centro direito (centro em baixo da imagem) e azul escuro na extremidade direita (parte de baixo da imagem). Sua orientação em relação ao centro do modelo teve que ser um pouco à frente do robô, para que o robô não se sobreponha em relação ao sensor quando os dois ficassem juntos (figura 2). Para o obstáculo, um modelo simples de cor vermelha foi criado (figura 3).

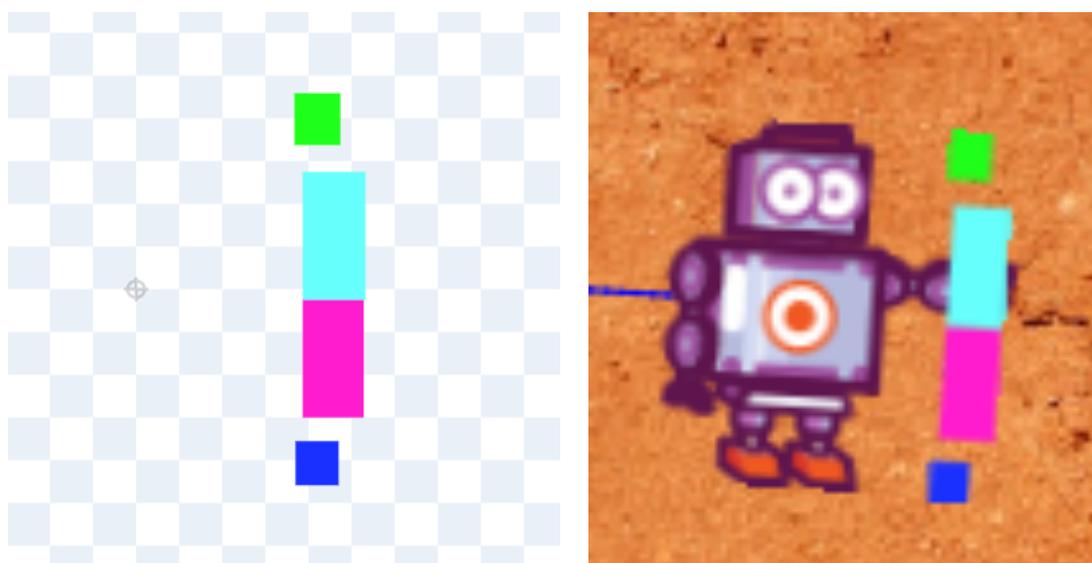


Figura 6: Sensor posicionado a frente do centro de orientação do objeto (esquerda) e robô com sensor visível em vista lateral (direita).

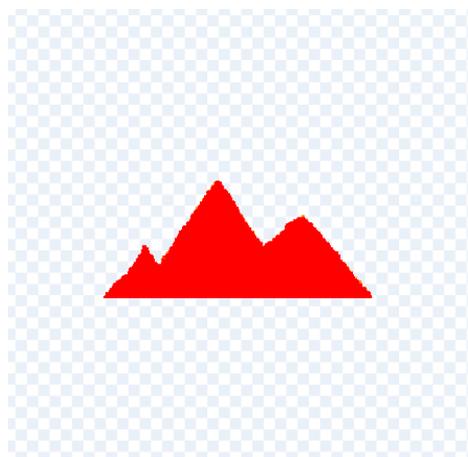


Figura 7: modelo do obstáculo vermelho

A escolha das 4 divisões do sensor se deve ao fato de, dependendo do ponto do sensor que tocar primeiro no obstáculo, o giro do robô será diferente. Por exemplo: quando a parte verde do sensor tocar no obstáculo, o robô realizará um giro pequeno de 15 graus para baixo, pois a rota de colisão não é frontal. Por outro lado, se o ponto azul claro do sensor entra em contato com o obstáculo, configurando uma colisão frontal, o robô retrocederá 5 passos e efetuará um giro maior, de 25 graus.

### Programação dos modelos

O primeiro passo foi programar o sensor, o ator que guiará o robô. Para isso, adicionou-se o começo do código: “quando start for clicado”. Em seguida, a condição “sempre”, com “mova 3 passos” dentro (figura I do apêndice). Isso já deu movimento ao sensor.

O próximo passo foi fazer com que cada cor do sensor produzisse uma ação específica ao entrar em contato com o vermelho do obstáculo. Para isso, adicionou-se a condição “se..., então... senão...” (figura II do apêndice). Dentro do primeiro slot, logo após o “se”, colocou-se o sensor “a cor azul clara está tocando na cor vermelha?”, e após o “então”, “mova -5 passos” e “gire 25 graus para a direita” (figura III do apêndice). Foi necessário usar a ferramenta conta-gotas para selecionar as cores de forma correta, para que o comando funcionasse. Isso fez com que, uma vez

que a parte azul clara do sensor se encontrasse com o obstáculo vermelho, o sensor retrocedesse e virasse 25 graus para a direita.

Após o “senão...”, adicionou-se três condicionais “se... então...” (figura IV do apêndice). Cada um foi responsável por uma das três cores restantes do sensor. Para o rosa, cor central direita do sensor, adicionou-se, além do sensor para inserir as cores, os comandos “mova -5 passos” e “gire 25 graus para a esquerda”. Para o verde, cor da extremidade esquerda do sensor, adicionou-se, além do sensor para inserir as cores, apenas o comando “gire 15 graus para a direita”. Para o azul escuro, a mesma coisa, porém a orientação do comando sendo “gire 15 graus para a esquerda” (figura V do apêndice). Por fim, adicionou-se apenas o comando “se tocar na borda, volte” logo após o último condicional “se... então...”, para que o sensor não ultrapasse a borda do cenário (figura VI do apêndice). As imagens do passo a passo estão disponíveis no apêndice 1.

Por exemplo, na figura 4 abaixo, o sensor verde será o primeiro a encontrar com o obstáculo. Assim, o robô fará um giro de 15 graus para baixo, desviando do obstáculo. Caso fosse ou a cor azul clara ou a cor rosa ao fazer o contato primeiro, antes do giro, o robô daria 5 passos para trás.

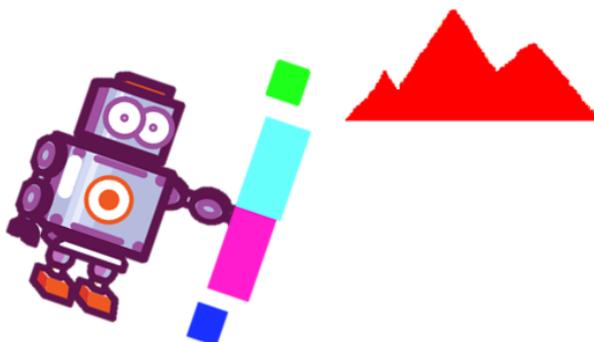


Figura 8: exemplo do sensor prestes a entrar em contato com o obstáculo

### Programação do robô

Para que o robô acompanhe o sensor, adicionou-se primeiro o comando “quando start for clicado” seguido do condicional “sempre”. Dentro do condicional,

colocou-se dois comandos: “aponte para...” e “vá para...”. No slot desses dois comandos, selecionou-se o modelo do sensor (figura 5). Isso fez com que, toda vez que o start for pressionado, o robô ficasse imediatamente atrás do sensor, uma vez que o modelo do sensor estava corretamente posicionado um pouco à frente do centro da orientação (voltar à figura 2).

Com isso, somente foi necessário desabilitar a opção “mostrar” no modelo do sensor, logo abaixo da tela da simulação, para que apenas o robô fique aparente.

Para que o robô mapeasse seu trajeto, usou-se a extensão “caneta” do software, que adicionou comandos para a utilização de caneta pelos modelos. Assim, voltando ao código do robô colocou-se o comando “quando start for clicado” seguido dos comandos de caneta “apague tudo” e “use caneta” (figura 6). Ao iniciar uma simulação, a marcação da simulação anterior era apagada e o robô começava a fazer a próxima.



Figura 9: comando para orientação do robô



Figura 10: comando para traçar o caminho do robô

### Programando a interação usuário-percurso

A fim de criar uma forma com que o usuário consiga inserir obstáculos enquanto a simulação ocorre e o robô anda, foi necessário programar o obstáculo.

Primeiro, criou-se uma variável com o nome “obstaculo”. Dentro do código do cenário, iniciou-se o código com o comando “quando o palco for clicado” seguido de “transmita putObstaculo” (figura VII do apêndice 2).

Dentro do código do obstáculo, criou-se primeiro um bloco de comandos começado pelo comando “quando eu receber putObstaculo” seguido de “mude obstáculo para 1” (figura VIII do apêndice 2).

Logo abaixo, criando outro bloco de comandos, iniciou-se com “quando start for clicado”, seguido de “esconda”, “mude obstáculo para 0”, condição “sempre”. Dentro dessa condição, adicionou-se a condição “se... então...”, com o operador “... e...” (figura IX do apêndice 2). Dentro do operador, colocou-se o sensor “mouse pressionado?” e o operador “... = 1”, com a variável “obstaculo” no primeiro slot desse segundo operador (figura X do apêndice 2).

Após o “então...” da condição, adicionou-se os comandos, na seguinte ordem: “crie clone de este ator”, “vá para ponteiro do mouse”, “crie clone de este ator”, “mostre” e “mude obstaculo para 0” (figura do código completo abaixo e na figura XI do apêndice 2).

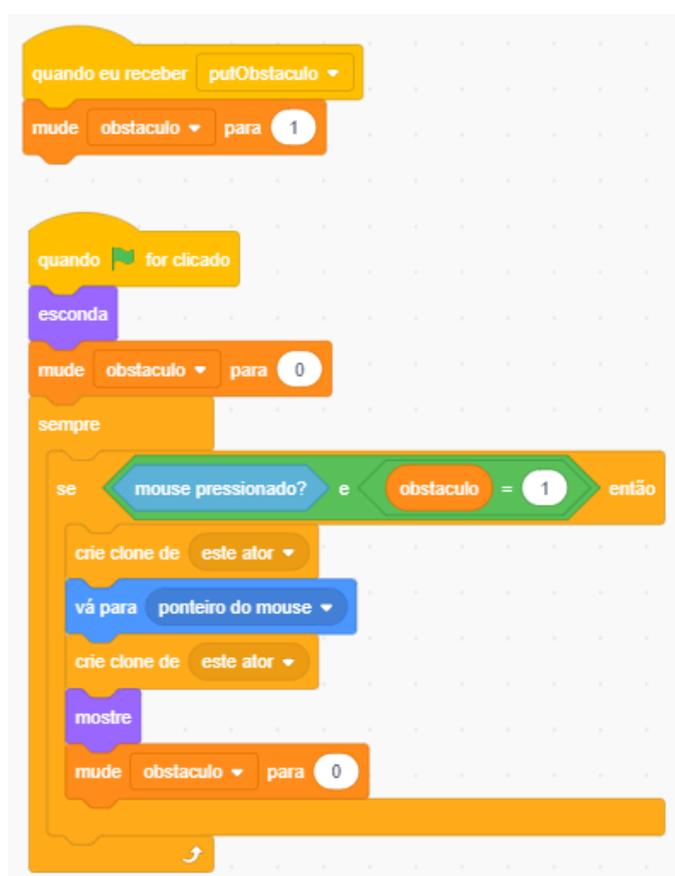


Figura 11: código completo da programação do obstáculo

## Resultados e Discussões

O resultado do projeto pode ser encontrado no link: <https://scratch.mit.edu/projects/438846718/>

Obteve-se com sucesso um robô que desvia autonomamente de obstáculos e mapeia o caminho que percorreu. Embora ele não tenha um mecanismo de parada, e siga indefinidamente andando pelo percurso sem nenhum objetivo prévio a não ser desviar dos obstáculos, é um começo do que seria um modelo real. Imagem do robô em funcionamento no software:

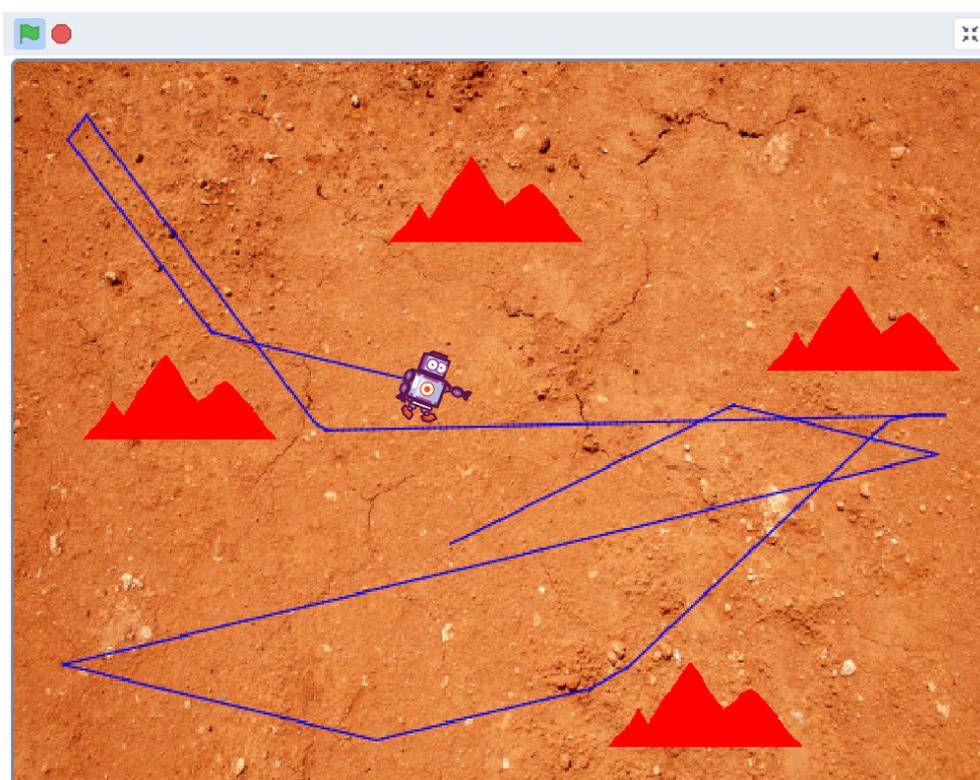


Figura 12: simulação do projeto concluído

Acerca da interação entre o usuário e o percurso, toda vez que o usuário clicava na tela, um novo obstáculo idêntico era adicionado. Porém, com obstáculos em excesso no ambiente, o robô fica preso e continua a andar sem parar dentro do pequeno espaço, já que o trabalho foi centrado no algoritmo do sensor, não em mecanismos de parada do robô.

Embora imperfeita, essa simulação representa o básico da capacidade de um robô de exploração do território no processo de colonização de Marte.

## Conclusão

Foi possível atingir todos os objetivos, usando o Scratch para programar um robô que desvia dos obstáculos colocados previamente ou durante o funcionamento do robô. Usando uma extensão do software, foi possível com que o robô, nomeado Avoidance, traçasse o percurso percorrido no decorrer da simulação. Por fim, o objetivo de criar uma forma com que o usuário interagisse com a simulação, inserindo mais obstáculos, foi atingido, o que produziu um teste mais dinâmico da capacidade do robô.

## Referências

- [1] PEDERSEN, L., KORTENKAMP, D., WETTERGREEN, D., NOURBAKHS, I. A **Survey of Space Robotics**. Disponível em: Acesso em: 08 jun. 2020.
- [2] CURZEL, J. **Sensores Industriais**. 2019. Disponível em: <[http://www.joinville.ifsc.edu.br/~jlcurzel/CLP/1%20-%20Sensores%20Industriais/SENSORES%20INDUSTRIAIS\\_2019\\_1.pdf](http://www.joinville.ifsc.edu.br/~jlcurzel/CLP/1%20-%20Sensores%20Industriais/SENSORES%20INDUSTRIAIS_2019_1.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- [3] SULINO, D, SALES, G, ROCHA, K. **Estudo do sensor de proximidade infravermelho para pequenas distâncias e descontinuidades em superfícies planas**. Disponível em: <[https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2015/ceel2015\\_artigo019\\_r01.pdf](https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2015/ceel2015_artigo019_r01.pdf)>. Acesso em: 07 jun. 2020.
- [4] **The editors of Encyclopaedia Britannica. Algorithm**. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/algorithm>>; Acesso em: 03 set. 2020.
- [5] **Acerca do Scratch**. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/about>. Acesso em: 03 set 2020.

## Apêndices:

### Apêndice 1: etapas para a construção do código do sensor

quando for clicado  
sempre  
mova 3 passos

Imagem I

quando for clicado  
sempre  
mova 3 passos  
se então  
senão

Imagem II

quando for clicado  
sempre  
mova 3 passos  
se a cor está tocando na cor ? então  
mova -5 passos  
gire 25 graus  
senão

Imagem III

quando for clicado  
sempre  
mova 3 passos  
se a cor está tocando na cor ? então  
mova -5 passos  
gire 25 graus  
senão  
se então  
se então  
se então

Imagem IV

quando for clicado  
sempre  
mova 3 passos  
se a cor está tocando na cor ? então  
mova -5 passos  
gire 25 graus  
senão  
se a cor está tocando na cor ? então  
mova -5 passos  
gire 25 graus  
se a cor está tocando na cor ? então  
gire 15 graus  
se a cor está tocando na cor ? então  
gire 15 graus

Imagem V

quando for clicado  
sempre  
mova 3 passos  
se a cor está tocando na cor ? então  
mova -5 passos  
gire 25 graus  
senão  
se a cor está tocando na cor ? então  
mova -5 passos  
gire 25 graus  
se a cor está tocando na cor ? então  
gire 15 graus  
se a cor está tocando na cor ? então  
gire 15 graus  
se tocar na borda, volte

Imagem VI

## Apêndice 2: etapas para a construção da interação usuário-percurso

Imagem VII: código no modelo do cenário

Imagem VIII

Imagem IX

Imagem X

Imagem XI

---

## **J3 - POSSÍVEIS MATERIAIS ISOLANTES PARA TRAJE ESPACIAL EM MARTE**

Eduardo Relvas; Eric Kim; Ivan Bignardi; Felipe Santos.

Professor orientador: Gabriel Oliveira Steinicke

---

### **Resumo**

Viver em Marte é um futuro que talvez possa ocorrer. Marte, mesmo tendo algumas características viáveis para a sua habitação, não será possível viver lá sem tomar algumas medidas. Uma destas medidas é o uso de traje. Este traje, para ser viável, precisaria de material que consiga resistir as temperaturas de Marte e o artigo analisa quais seriam estes materiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Marte; roupas espaciais; materiais; temperatura.

---

### **Abstract**

The primacy of the research is to find a feasible way for a human being to withstand the harsh temperatures of Mars. Since in the foreseeable future, the earth may be uninhabitable and living on Mars may be humanity's sole opportunity to prevent its extinction. To prevail in Mars, humanity will need an adequate spacesuit. So the group researched three potential materials. Aerogel, a thermal isolator with a very fragile composition; tungsten, the metal with the highest melting point and steel, a material commonly used when dealing with liquid nitrogen. After the research was conducted and the results were gathered, it was concluded that aerogel was the most suited to be one of the components of the mars space suit. However, the usage of aerogel and other distinct materials, even though they would be very advantageous on its own for an efficient spacesuit for mankind's survival on Mars, wouldn't be enough, that's why a water based system should be implemented for cooling the suit.

**KEY-WORDS:** Mars; space suit; materials; temperatures.

---

## Introdução

Segundo Stephen Hawkins, daqui a 1000 anos, a Terra não será mais acessível para ser habitada provalmente por causa da drástica mudança da composição atmosférica, do solo desnutrido, do mar poluído e o aquecimento global. Uma das possíveis soluções para que a humanidade sobreviva da sua iminência extinção ao permanecer na Terra é prevenir essa situação ou transferir-se para um outro planeta. Um dos planetas mais acessíveis e que possa viver nela é o Marte. A primeira solução aparenta ser mais viável, mas há a possibilidade que falhe e se isso acontecer, seria bom tornar a segunda solução possível, para que a humanidade continue vivendo. E mesmo que a inabitabilidade da Terra seja prevenido, a ocupação de Marte pode ser vantajoso caso à população humana necessite de mais espaço.



**Figura 1-** Terra destruída

Um dos planetas que é mais fácil de habitar é o Marte, que possui um solo sólido, é o planeta com a menor distância da Terra, etc. Para fazer esta transição do planeta Terra para Marte, serão necessários trajes espaciais que devem ser criados de materiais isolantes térmicos para possibilitar a sobrevivência de seres humanos nas temperaturas extremas do planeta vermelho. Este artigo tem como objetivo identificar quais materiais serão os mais aptos (térmicamente) para serem usados nos trajes para a habitação em Marte.



**Figura 2** - traje espacial que será usado na viagem para Marte, chamado Z-2

Esse plano de viver em Marte não é perfeito porque mesmo superando a dificuldade de conseguir viver em Marte, também há o problema dos seres humanos acabarem tornando o Marte em um outro planeta inabitável e o custo de fazer mais de 7 bilhões de pessoas viverem em Marte, mas não é por isso significa que é impossível.

Um dos materiais que será testado é o aço, que segundo um experimento realizado por um grupo na China, só teve uma modificação significativa na estrutura quando esteve sob a temperatura de  $1304^{\circ}\text{C}$ . Isso pode ser vantajoso, porque a temperatura mais baixa e alta de Marte segundo a NASA é  $-140^{\circ}\text{C}$  e  $30^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

Outro material que parece ser da melhor candidatura, é o aerogel que, de acordo com o Journal of Sol-Gel Science and Technology, ela possui uma estrutura porosa que permite parar partículas em altas velocidades, ou seja, a temperatura que pode ser traduzido para partículas em movimento será isolado termicamente.

Este experimento tenta descobrir os materiais com maior capacidade de ser um isolante térmico e ao fazer isto, o próximo passo seria descobrir se um destes materiais tem também consegue resistir a fortes radiações de infravermelho, porém este último passo está fora dos limites de recursos acessíveis e que seria interessante se houvesse algum grupo com os instrumentos necessários verificar o experimento e continuar onde foi parado. Para fazer o experimento, há a necessidade de achar os materiais que possuem a melhor capacidade de isolar termicamente, obter o material(pelo menos aqueles que são acessíveis), experimentar com eles simulando as temperaturas extremas de Marte e analisar os materiais que obtiveram sucesso no experimento para ver se há algum problema(como dureza)

## Objetivos

### Objetivo Geral:

Descobrir quais são os materiais com boa resistência térmica e que atuem como um bom isolante térmico no ambiente marciano.

### Objetivos Específicos:

- Descobrir os materiais que são os mais aptos em termos de isolante e resistência térmica
- Pesquisar em sites confiáveis, as características dos materiais escolhidos relacionados à temperatura
- Comparar os dados para descobrir quais materiais que poderiam ser usado no traje

## Materiais e Métodos

Os principais materiais utilizados foram os aparelhos eletrônicos que serviram para acessar os *sites* que fizeram experimentos com tungstênio que é capaz de aguentar altas temperaturas, aerogel que já foi usado nas máquinas que exploram Marte e o aço que foi colocado em contato com o nitrogênio líquido sem sofrer consequências significativas. Foram acessados sites no Google Acadêmico para

procurar informações relacionadas aos materiais, depois foram acessados diferentes artigos científicos do tema que foram citados nas referências, foram escolhidos as informações mais relevantes relacionados ao trabalho e por fim foram feitas as citações dos artigos.

## Resultados e Discussão



Figura 3- flor infetada pelo fogo por causa do aerogel

O grupo já não teve muita esperança que o aerogel seria viável, apesar do material já ter sido utilizado nas máquinas que exploram Marte, por causa da baixa dureza do material, mas depois de ter pesquisado mais sobre esse material, a hipótese de que não seria um material viável foi descartada. O material é realmente bem fácil de ser quebrado, mas ainda é possível utilizá-lo como parte da estrutura onde dificilmente haverá motivo de sofrer pressão, como foi feito no rover que será mandado para Marte.



Figura 4- tungstênio

O grupo esperava que o tungstênio, um material escolhido por ter um altíssimo ponto de fusão e ebulição que seria capaz de aguentar as temperaturas extremas do planeta, não iria ser apropriado para o uso nos trajes espaciais por ser um metal pesado, caro e que não seria um isolante térmico bom o suficiente. Segundo as pesquisas feitas no tungstênio, ela não foi uma boa escolha porque o seu único ponto positivo são as altas temperaturas que aguenta e possui muitos pontos negativos, como o peso do metal que restringiria os movimentos dos astronautas, o alto preço de compra e o fato de ser um terrível isolante térmico.

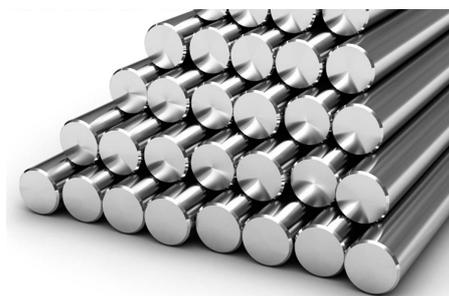


Figura 5- aço

O grupo esperava que o aço não seria uma boa opção devido a sua altíssima densidade, que tornaria impossível a locomoção ou permanência no traje. Durante a pesquisa, foram observados vários mecanismos que usavam o aço e o nitrogênio na forma líquida como um sistema de resfriador. Após a obtenção dessa informação, tornou-se possível o uso de aço, também em algumas partes do traje, principalmente se houver um sistema de regulamento como o WCL (Water Cooling Loop) que esfria utilizando a água que se move por meio de uma bomba pelo LCG (Liquid Clean Garment) que contém o líquido para o TCV (Temperature Control Valve) que controla a válvula de temperatura do traje para expelir até 80% do calor

## Conclusão

Nenhum material é totalmente viável para ir a Marte. Isso significa que só a escolha do material não é o suficiente e há a necessidade de algo mais do que o uso do melhor material. Uma das possíveis soluções para isso seria um sistema de controle de temperatura WCL que seria responsável para esfriar a temperatura do traje por meio de constante movimentação da água dentro do traje como foi proposto por um grupo da NASA.

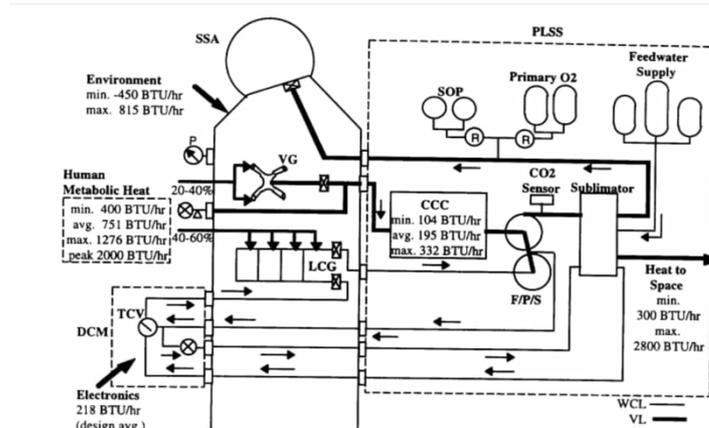


Figura 6- sistema de controle de temperatura para o traje Z-2

## Referências

Honggang Z., Xihao Li., Biao W., Tierning W., Yunhu Z., Bin L., Quije Z., Hot Tearins of 9Cr3Co3W Heat-Resistant Steel during Solidification. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4701/9/1/25> . Acessado em: 2/9/2020.

Steven M., Aerogel: Space exploration applications. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10971-006-7762-7> . Acessado em: 2/9/2020.

Mars Facts. Disponível em: <https://mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/> . Acessado em 2/9/2020.

Tungsten. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tungsten> . Acessado em 4/9/2020.

Minimization of heat-affected zone size in welded ultra-fine grained steel under cooling by liquid nitrogen during laser welding. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921509306002814> . Acessado em 3/9/2020.

Thornton S., Xu W, Nair S. Space Suit, Thermal Dynamics. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tungstênio> . Acessado em 4/9/2020

**Figura 1** – 20 MIL CIENTISTAS ASSINARAM UM MESMO DOCUMENTO ALERTANDO SOBRE O FUTURO DA TERRA. Disponível em: <https://www.planetapop.com.br/20-mil-cientistas-assinaram-um-mesmo-documento-alertando-sobre-o-futuro-da-terra/> Acessado em 2/9/2020

**Figura 2** – NASA unveiled a new prototype of the crowdsourced spacesuit astronauts will wear on Mars Disponível em: <https://qz.com/543678/nasa-unveiled-a-new-prototype-of-the-crowdsourced-spacesuit-astronauts-will-wear-on-mars/> Acessado em 2/9/2020

**Figura 3** - Manufacturing Advanced Aerogels. Disponível em: <https://medium.com/@MForesight/tech-forecast-manufacturing-advanced-aerogels-785df1baa09c> . Acessado em: 4/9/2020

**Figura 4** – Tungstênio. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tungstênio> Acessado em: 4/9/2020

**Figura 5- Entenda o que é o aço ferramenta.** Disponível em: <http://www.acoplano.com.br/blog/entenda-o-que-e-o-aco-ferramenta/> . Acessado em 4/9/2020

**Figura 6-** Thornton S., Xu W, Nair S. Space Suit, Space Suit Thermo Dynamics. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tungstênio> . Acessado em 4/9/2020

## J6 - ENGENHARIA CIVIL EM MARTE

Bruna Talli; Caique Santiago; Giovanna Bellizia; Kenzo Fujiwara; Luis Vallada e Ricardo Brunetti.

Professora Orientadora: Lílian Siqueira

---

### Resumo

O principal objetivo do experimento é avaliar a possibilidade de construir edifícios em Marte e, se possível, concebê-los. Isso é importante na medida em que habitar o planeta é, a cada dia, mais provável e desejado, devido às más condições da Terra. Os testes consistiram em uma simulação dos ventos fortes de Marte pelo sopro constante de uma corrente de ar no modelo com a intenção de testar a rigidez e estabilidade das estruturas gerais e suas fundações, enquanto em um solo orgânico próximo ao de Marte. Na análise, foi assumido que o vento é uma variável importante na construção. Após a análise dos dados processados, foi admitido que o protótipo construído não seria eficiente em condições de vento marciano. Quando a potência mais baixa do secador de cabelo, 800-1700 watts, foi aplicada no modelo, ele resistiu. No entanto, uma parte do protótipo se destacou com mais de 1700 watts de potência. Com base nisso, conclui-se que a construção de edifícios em Marte é possível, embora difícil, dadas as limitações da presente pesquisa. São necessários mais testes práticos com condições semelhantes e mais investigações a respeito do ambiente do Planeta Vermelho para fazer uma declaração definitiva.

**PALAVRAS-CHAVES:** Marte; engenharia; construção; ventos; solo.

---

### Abstract

The main purpose of the experiment is to evaluate the possibility of constructing buildings on Mars and, if feasible, devise them. This matters insofar as inhabiting the planet is, each day, more likely and wanted, due to Earth's bad conditions. The tests consisted of a simulation of the heavy winds of Mars by the constant blow of an air-stream into the model with the intent of testing the rigidity and stability of the overall structures and their foundations while in a organic soil close to the Mars's. In the

analysis, it was assumed that the wind is an important variable on the construction. After analysing the processed data, it was admitted that the prototype built would not be efficient in martian wind conditions. When lower potency of the blow-dryer, 800-1700 watts, was applied on the model, it could resist. Yet a part of the prototype detached with over 1700 watts power. On this basis, it is concluded that the construction of buildings on Mars is possible although difficult, given the limitations of present research. It is required more practical tests with similar conditions and further investigation regarding the environment of the Red Planet to make a definitive statement.

**KEY-WORDS:** Mars; engineering; building; winds; soil.

---

## Introdução

Aquecimento global, desastres naturais, solos poluídos e inférteis, bacias hidrográficas na iminência da destruição etc., são alguns exemplos de porque emigrar em massa da Terra é algo nada improvável no futuro. Por isso, a colonização de Marte tem se provado um tema de importância crescente nos últimos tempos.

Para atingir tal objetivo, foi feito diversas pesquisas para saber se é possível recriar um ambiente semelhante à Terra ou adaptá-lo para isso, com uma grande parte das pesquisas atuais focando nas condições climáticas favoráveis, composição atmosférica, plantação de alimentos e obtenção de água potável. Todos esses aspectos são, sem dúvidas, de extrema importância para a sobrevivência do ser humano, porém, e depois disso? Onde viveremos? Se o objetivo é a colonização, é necessário um estabelecimento para que fiquem os exploradores e, possivelmente, os futuros residentes de Marte.

Em primeira instância, um dos tópicos fundamentais de se discorrer acerca da viabilidade de povoá-lo é a questão da engenharia civil no Planeta Vermelho- será que os edifícios suportarão as ventanias? E a radiação? O solo é propício para a construção? Se sim, haverá algum limite para as dimensões que os edifícios poderão configurar? Quantas pessoas poderão ocupar essas edificações? O diferencial de gravidade provoca algum efeito sobre as questões mencionadas? Há atividades sísmicas em Marte? Se sim, qual a sua influência sobre as construções? Essas são

as principais perguntas norteadoras do presente artigo. Este projeto se propõe a investigar estas questões por meio de estudos já feitos acerca das condições gerais do planeta enfoque, bem como por meio de experimentos que serão detalhados posteriormente.

Para fins de início, serão feitas elucubrações sobre o solo marciano, já que isso é de suma importância na elaboração de construções, posto que toda obra civil começa justamente pelo local onde está fundada. Constituintes do solo, umidade, maleabilidade, resistência e abalos sísmicos serão os tópicos contidos nessa etapa. Quanto a este último, não há exemplo melhor do que o caso do Japão, onde, já que terremotos são frequentes e de intensidade elevada, sua arquitetura para resistir aos terremotos é considerada a melhor do mundo. Uma das tecnologias que o colocam nessa posição são amortecedores eletrônicos ou de molas instalados na fundação e entre cada andar, dissipando a energia sísmica (AL, 2018).

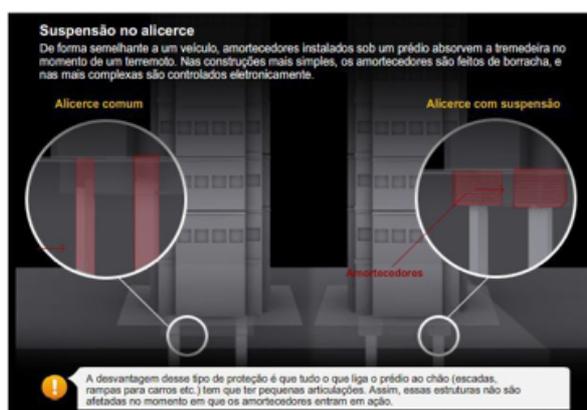


Figura-1.amortecedor instalado em uma construção

No que tange à gravidade, pesquisas efetuadas pela NASA, agência espacial que está na linha de frente para com a questão do povoamento marciano, mostraram que um dos pontos de maior atenção é o encanamento d'água: este está diretamente proporcional à gravidade, de tal maneira, que, na Terra, uma coluna d'água tem o potencial de subir em até 10 metros de altura. Entretanto, em Marte, por sua gravidade ser menos da metade do caso anterior, os andares superiores dos edifícios teriam uma dificuldade maior em ser supridos do bem mais essencial à vida.

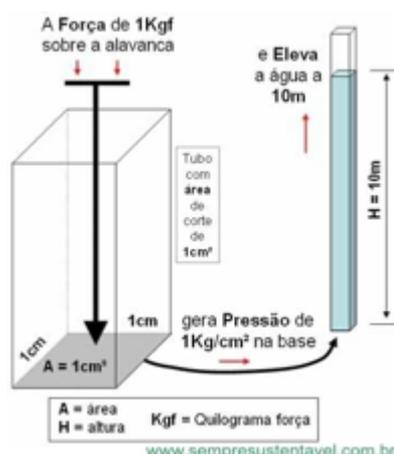


Figura-2. ilustração da pressão hidráulica e gravidade

A radiação de Marte também ocupa lugar de imensa relevância no projeto, dado que ela é 1500 vezes maior do que na Terra. Como afirma o cientista russo Vyacheslav Shurshakov, "tamanho radiação ameaça incomensuravelmente o cérebro dos astronautas que vão à Marte- isso mesmo com todas as mais novas tecnologias, desde roupa até habitação". Uma vez com o sistema bioquímico humano alterado, como haverá a possibilidade de ter uma colonização segura?

Por fim, a umidade do astro também se acha em local de destaque: esta afeta as obras na medida em que pode-as deixar pesadas e maleáveis, caso esteja em excesso, ou secas e quebradiças, se em quantidades ínfimas; logo, um equilíbrio mensurado entre ambos extremos é fundamental. Tal como apontam pesquisas da NASA, o vapor d'água está presente numa proporção de apenas 0,03% em relação à atmosfera, muito menor do que ocorre na Terra: 1%. Assim sendo, provavelmente, as edificações terão de evitar materiais que se ressequem facilmente, como a madeira.

Como exemplo primordial que cobre, de maneira prática, todos os aspectos sobre os quais o presente estudo se debruça, encontra-se o protótipo de casa apelidada de "Martian House". Esta foi criada em 2019 por cientistas jovens, que acabaram por vencer o concurso de qual habitação seria melhor para ser construída no Planeta Vermelho. Entre suas variadas características, estão: paredes feitas de basalto e polímeros vegetais, combinação que impede não só a radiação de entrar demasiadamente no edifício, mas também o seu ressecamento e o inverso inclusive- um excesso de umidade; a impressora 3-D o projeta de tal forma, que sua configuração é mais próxima de um cilindro, de modo que não há quinas. Esse

formato predominantemente circular talvez facilite a circulação dos ventos da atmosfera, sem ser, portanto, um obstáculo para sua passagem, evitando maiores riscos de queda.

## **Objetivos**

### **Objetivo Geral:**

Testar construções civis e reproduzir condições do ambiente marciano.

### **Objetivos Específicos:**

Visando a atingir o objetivo principal, alguns objetivos específicos são requeridos, entre eles:

- Desenvolver um protótipo da construção e testá-la simulando as condições do planeta vermelho.
- Representar, testar e conhecer o comportamento do protótipo nas condições parecidas às de Marte, considerando:
  - ventos;
  - radiação solar;
  - abalos sísmicos ;
  - temperatura;
  - composição química e física do solo marciano.

## **Materiais e Métodos**

Com base em uma pesquisa e a testagem do protótipo construído relacionado com os conhecimentos prévios, o desenvolvimento foi dividido em quatro etapas:

Etapa 1: Obtenção de conhecimento em bases textuais dos fatores espaciais e físicos em Marte, assim podendo diminuir possíveis incertezas do experimento, já que assim é possível controlar fatores significativos;

Etapa 2: proposição da arquitetura do protótipo;

Etapa 3.1: confecção dos modelos que serão testados nas condições já pré-definidas;

Etapa 3.2: testagem do modelo considerando as circunstâncias de uso;

Etapa 4: avaliação dos resultados adquiridos.

## Materiais para os experimentos

- Palitos de madeira;
- Embalagem tetrapak;
- Secador e ventilador;
- Areia e rochas.

Foi testado um modelo de edificação sob as seguintes condições: solo; vento (que indiretamente está associado ao solo); O modelo foi: uma embalagem Tetra Pak, retangular, fundada por meio de palitinhos.

Para a análise do potencial da construção, foi realizado um experimento no qual o modelo de edifício foi posto à prova sob uma corrente de ar constante. Simulando as ventanias de Marte, com a finalidade de verificar a resistência de sua fundação - daí a relação com o solo - bem como as suas demais partes. Na sequência, as maquetes serão testadas sob a condição da radiação, simulando-a por meio de luz negra.

## Resultados e Discussão

Como resultado do experimento, o grupo encontrou que uma simples casa convencional não irá funcionar no solo marciano, não por não conseguir se fixar no solo, mas devido aos fortes ventos presentes no planeta Vermelho que chega à força de um furacão. “Os ventos em Marte podem ser fortes e atingir a velocidade de furacões (mais de 120 km/h)”(Ayoub, 2014), além de que esses ventos foram registrados diariamente com o deslocamento de dunas de areia.

Durante a experimentação dos ventos, notou-se que, a casa permaneceu em seu lugar devido, concluindo que o solo é sim viável à construção, mas, apesar de as paredes não terem caído com o vento fornecido pela simulação, se movimentaram, e isso já foi o suficiente para o grupo chegar a algumas conclusões:



Figura 3-Maquete feita para simular as paredes da casa

A casa “quadrada” comum não conseguiria aguentar os fortes ventos de Marte pelo formato nada aerodinâmico, no experimento, elas não caíram, mas isso se deve a uma limitação proporcional das massas de ar deslocadas pelo ventilador. Porém, tal simulação de ventos em residências, já foram realizados em ambientes muito mais reais além de claro, a partir da observação do próprio fenômeno natural e seus efeitos nas cidades do planeta Terra.



Figura 4- Estragos causados por um furacão na Flórida.

Entretanto, esses problemas podem ser resolvidos com a construção de uma casa de forma arredondada, em que seja possível causar o desvio dos ventos, essa solução foi observada quando uma casa de formato arredondado sobreviveu ao furacão Harvey, um dos mais fortes que já afetou os EUA.

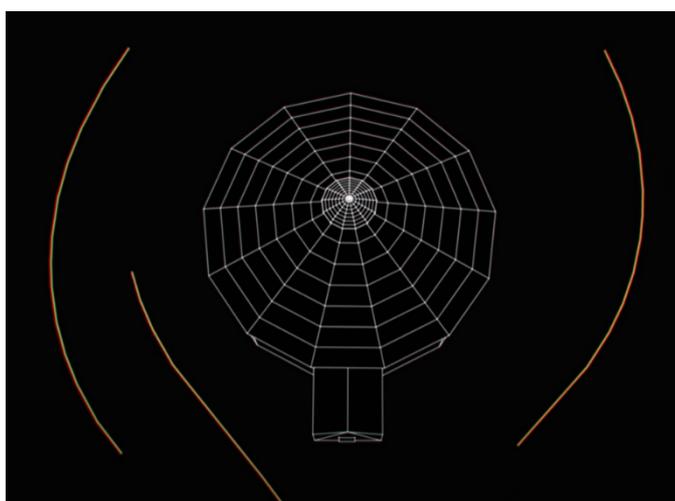
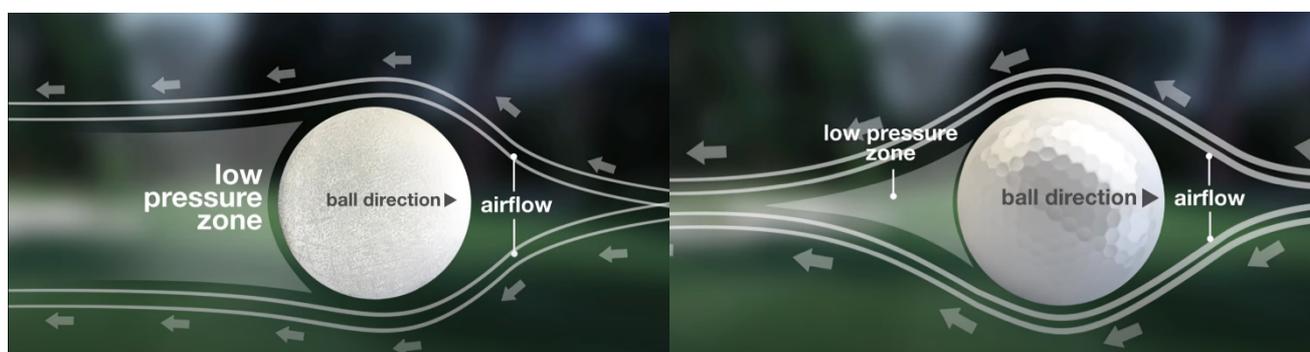


Figura 5- exemplo de como o formato da casa altera a passagem de vento.

Outro ponto que se pode fazer, é em relação a sua altura: um prédio é muito mais instável do que uma casa, devido ao seu centro de gravidade ser distante dos pontos em que o vento bate na parede.

Por último, uma suposição que o grupo fez seria se o uso de cavidades ajudaria na estabilização da casa ou até mesmo a redução da acumulação de areia no lado oposto à direção do vento, como base para essa hipótese se teve o formato da bola de golfe, que ao estudar sua aerodinâmica, percebe-se nas figuras 6 e 7 que as cavidades fazem com que o vento crie menos vácuo e ajude o vento a passar em um espaço mais apertado diminuindo assim o arraste que a baixa pressão causa na bola.



Figuras 6 e 7- aerodinâmica da bola de golfe em comparação com uma bola lisa

## Conclusão

Em conclusão, a engenharia civil em Marte, até onde tange os estudos atuais, é totalmente possível, apesar de suas dificuldades como o vento forte ou até mesmo o solo arenoso, uma construção com um bom design e aerodinâmica faz com que essas dificuldades se anulem ou cheguem a um ponto de se tornarem insignificantes. Porém, logicamente, isso seria apenas uma suposição, dado que ainda há muitos aspectos a serem descobertos do Planeta Vermelho. O projeto executado, mostra que com a arquitetura que é utilizado na Terra não é compatível com as condições marcianas, porém, com ele, foi possível estabelecer tal afirmação e chegar as conclusões anteriormente citadas. Tudo isso será de suma importância para o futuro das pesquisas de colonização.

## Referências

**Figura1.** AL, Vinicius Gabriel Parolin de Souza Et. **Engenharia Antissísmica.** 2018. Disponível em: <https://petciviluem.com/2014/09/04/>.

TECH INSIDER. **The Mars Homes That NASA Awarded \$500k.** Youtube, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LCuZC-CRg4M&feature=youtu.be>>. Acessado em: 03/06/2020.

PRIMAL SPACE. **The First City On Mars.** Youtube, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Lo2fjKHNXVA>>. Acessado em: 03/06/2020.

RIEDER, R.; ECONOMOU, T.; WANKE, H.; TURKEVICH, A.; CRISP, J.; BRUCKNER, J.; DREIBUS, G.; MCSWEEN JR, H. Y. **The Chemical Composition of Martian Soil and Rocks Returned by the Mobile Alpha Proton X-ray Spectrometer: Preliminary Results from the X-ray Mode.** Science Magazine, 1997. Disponível em: <<https://science.sciencemag.org/content/278/5344/1771.1>>. Acessado em: 04/06/2020.

"Tamanha radiação ameaça incomensuravelmente o cérebro dos astronautas que vão à Marte- isso mesmo com todas as mais novas tecnologias, desde roupa até habitação". - Vyacheslav Shurshakov.

## L1 - RETIRADA DE CO<sub>2</sub> DA ÁGUA ATRAVÉS DE MICROORGANISMOS FOTOSSINTETIZANTES

Beatriz Relvas, Luiza Ambrosio, Sofia Martins, Raissa Hanna, Vitória Amaral.

Professora orientadora: Fernanda Sodré

---

### Resumo

A acidificação dos oceanos está se tornando uma questão mais grave a cada dia, ameaçando a vida marinha. Este projeto visa atenuar essa situação por meio do aumento da concentração da microalga *Spirulina platensis* no oceano. Desse modo, será possível alcançar a redução da concentração de CO<sub>2</sub>, que, por sua vez, é o ponto inicial da baixa de pH no contexto oceânico. Ambicionando essa solução, a pesquisa realizada foi direcionada a variar a quantidade de microrganismos e a monitorar as mudanças ocorridas, medindo-as qualitativamente por meio do pH das amostras com um indicador caseiro feito de repolho roxo. Durante as etapas finais do experimento, considerando que a solução estava demasiadamente opaca para que o indicador mudasse de cor, a medida de pH não foi possível. Por efeito disso, os objetivos do estudo não foram atingidos. Conclui-se, portanto, que uma maior quantidade de água é necessária para completar o experimento, e, assim, um maior recipiente para as amostras, de modo que a *Spirulina platensis* possa diluir devidamente. Além disso, é significativo considerar-se a taxa metabólica, pois, ao alcançar seu ponto de compensação fótica, o microrganismo passa a consumir menos CO<sub>2</sub>. Caso esse estudo for contemplado para aplicação nos oceanos, as consequências dos resíduos liberados pela microalga devem ser monitoradas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Spirulina platensis*, microalga, CO<sub>2</sub>, acidificação, repolho roxo, pH.

---

### Abstract

Ocean acidification is becoming more of a problem as each day goes by, and thus threatening marine life. This project aims to mitigate the situation by increasing

the concentration of the microalgae *Spirulina platensis* into the ocean intending to reduce CO<sub>2</sub> concentration, which is the starting point to ocean pH depletion. In order to achieve that, the research team decided to vary the quantity of the microorganism and monitor the changes by measuring qualitatively the pH of the samples with a homemade indicator made out of purple cabbage. During the final steps, since the solution was too dark for the indicator to change color, measuring the pH was not possible. Because of that, the objectives of the study were not met. We have concluded that more water is needed to complete the experiment, and therefore a bigger recipient for the samples, so that the *Spirulina platensis* can dilute properly. The metabolism rate is also to be considered, because once the microorganism reaches its photic compensation point, the CO<sub>2</sub> consumption would be reduced. If this study is contemplated for application in the ocean, the consequences of the residues liberated by the microalgae should be monitored.

**KEYWORDS:** *Spirulina platensis*, microalgae, CO<sub>2</sub>, acidification, purple cabbage, pH.

---

## Introdução

Atualmente, um dos problemas ambientais mais discutidos em âmbito internacional é o aquecimento global e a consequente acidificação dos oceanos. Por aquecimento global, entende-se o processo de aumento da temperatura média dos oceanos e da atmosfera terrestre, causado pela emissão exagerada de gases conhecidos por *gases-estufa* - como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Tais gases intensificam o efeito estufa, uma vez que se acumulam na atmosfera, retendo o calor no planeta. Um dos principais gases estufas é o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), originado em diversas atividades humanas, especialmente por meio da queima de combustíveis fósseis.

Para ilustrar a importância deste gás, a seguir, apresentamos o gráfico (Figura 1) com os diversos níveis de dióxido de carbono ao longo dos anos.

Nele, pode-se notar que os níveis de dióxido de carbono estão maiores do que jamais foram nos últimos 400 anos. Isso é resultado da constante queima de combustíveis fósseis desde a Segunda Revolução Industrial.

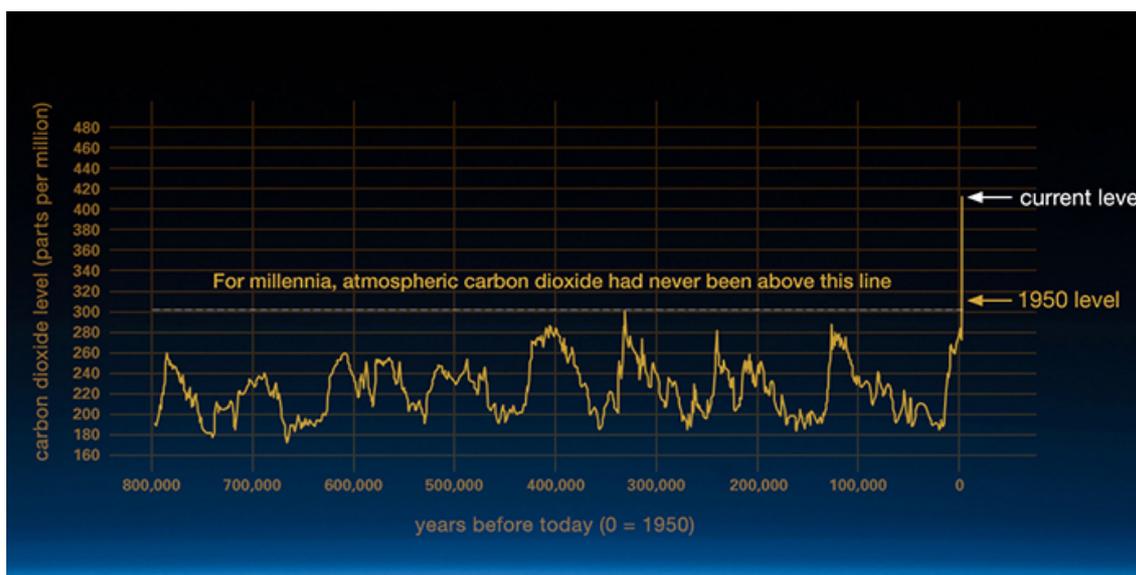


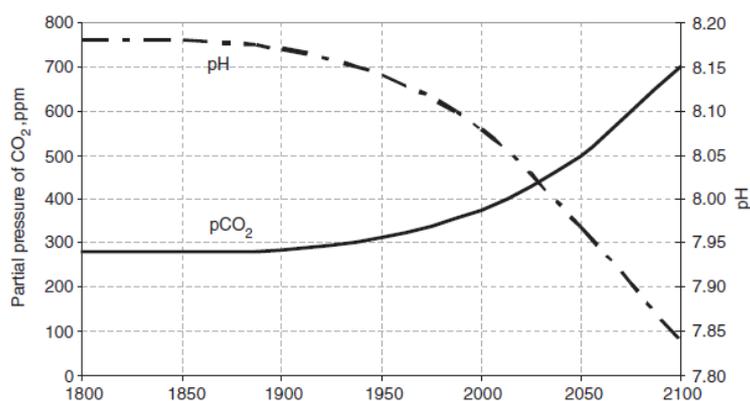
Figura 1 - níveis de dióxido de carbono ao longo

A acidificação começou desde a Primeira Revolução Industrial, em meados do século XVIII, quando a emissão de poluentes aumentou rápida e significativamente graças à instalação das indústrias por toda Europa. Dessa forma, é possível dizer que desde a primeira revolução industrial a acidez dos oceanos já aumentou em 30% (Aires, 2020)

Quando a água ( $H_2O$ ) e o gás carbônico se encontram, é formado o ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), que se dissocia no mar, formando íons carbonato ( $CO_3^{2-}$ ) e hidrogênio ( $H^+$ ). Essa dissociação aumenta o nível de acidez do oceano, uma vez que a maior quantidade de íons  $H^+$  diminui o pH. Quanto maiores as emissões de  $CO_2$ , maior a quantidade de íons  $H^+$  que se formam e mais ácidos os oceanos ficam.

Infelizmente, essas emissões têm aumentado ao longo dos últimos 200 anos, principalmente devido à intensificação da industrialização e agricultura, resultando em uma maior queima de combustíveis fósseis, produção de cimento e de uso da terra. Aproximadamente 30% do  $CO_2$  emitido pelo homem foi parar no oceano ao longo da história. O efeito disso é um possível colapso ambiental e perda da diversidade marinha.

Estudos preliminares apontam que a acidificação dos oceanos afeta diretamente organismos calcificadores, como alguns tipos de mariscos, algas, corais, plânctons e moluscos, dificultando sua capacidade de formar conchas, levando ao seu desaparecimento global (FABRY et al., 2008). A diminuição do pH oceânico faz com que o carbonato se ligue com os íons  $H^+$  liberados, ficando menos disponível para a formação do carbonato de cálcio, essencial para o desenvolvimento de organismos calcificadores.



(BRITO, 2017) Figura 2: previsão dos níveis de dióxido de carbono em partes por milhão, entre os anos de 1800 a 2100.

No gráfico (Figura 2), verifica-se o aumento da concentração de CO<sub>2</sub>, assim como a diminuição do pH dos oceanos entre 1800 e 2100. Essa projeção assume que as emissões de dióxido de carbono continuarão no mesmo ritmo, causando ainda mais danos à vida marinha, através de seu papel na acidificação dos oceanos.

Até o momento, a resposta humana para a alta concentração de CO<sub>2</sub> na Terra têm sido tentar reduzir as emissões desse gás. No entanto, essa estratégia não tem se mostrado eficaz, uma vez que a transmissão desse gás não só não diminuiu, como também não apresenta sinais que indiquem sua redução em um futuro próximo. Logo, busca-se, nesse artigo, encontrar uma alternativa mais prática e efetiva para esse problema.

O consumo de carbono por microalgas é considerado uma alternativa promissora na redução do gás carbônico na água, pois estes organismos possuem uma alta eficiência fotossintética. (CAVALCANTI et al., 2016).

Desta forma, pretendemos, nesta investigação, contribuir para a pesquisa que visa evitar ou atenuar a acidificação dos oceanos mediante o uso de microrganismos fotossintetizantes. Verificaremos a influência da quantidade (concentração) desses microrganismos na captura de CO<sub>2</sub> no meio aquático, para que, futuramente, possa ser aplicado em larga escala nos oceanos, a fim de evitar a acidificação dos mesmos.

Para tanto, faremos uso da microalga *spirulina platensis*, uma microalga fotossintética, cuja biomassa costuma ser empregada como suprimento alimentar humano, alimento animal ou fonte de biocombustíveis devido à alta presença de nutrientes (ANDRADE & COSTA, 2008).

### “A microalga *spirulina platensis* e suas características”

A spirulina é popularmente conhecida por “alga azul”. Trata-se de uma cianobactéria, rica em nutrientes e capaz de realizar fotossíntese. Seus benefícios, quando incluída na dieta humana, incluem a alimentação, o tratamento da osteoporose e até a prevenção do envelhecimento precoce (ANDRADE & COSTA, 2008; CIFERRI, 1988).

Por cianobactéria, entende-se **micro-organismos procariontes capazes de realizar fotossíntese, mas que não apresentam fotossistemas organizados em cloroplastos. De acordo com o Só Biologia (2020), realizam fotossíntese com o auxílio de pigmentos fotossintéticos variados, como a clorofila, os carotenoides, a ficoeritrina e a ficocianina. Esses pigmentos ficam dispersos pelo hialoplasma e em lamelas fotossintetizantes, que são ramificações da membrana plasmática (Figura 3). As cianobactérias se assemelham muito às algas unicelulares, no entanto, não possuem o núcleo delimitado por membrana, característica comum às bactérias.**

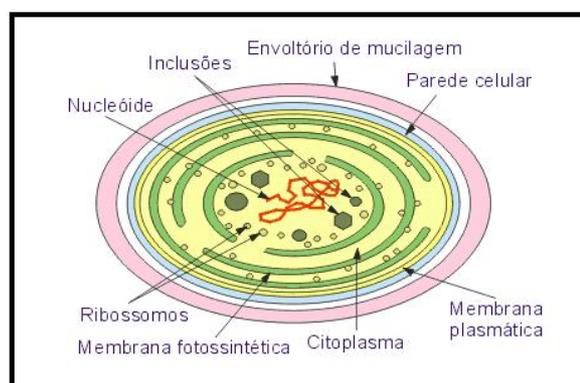


Figura 3: estrutura celular de uma cianobactéria

Segundo Ciferri (1988) espécies de *Spirulina* podem ser encontradas em uma variedade de ambientes: solo, areia, pântanos, água salobra, água do mar e água doce. Assim, estes organismos mostram-se capazes de adaptação a habitat muito peculiares, colonizando ambientes nos quais a vida, para outros microrganismos seria muito difícil.

Muliterno *et al* (2005) afirma que, a microalga *Spirulina platensis* pode sofrer variações no crescimento de acordo com o meio de cultivo utilizado e as condições do meio externo. Os autores explicam que, quando cultivadas em meios adequados, certas espécies são capazes de duplicar a sua biomassa diariamente, produzindo matéria seca, com alto teor proteico. Esta característica, aliada à simplicidade nas técnicas de cultivo, torna as microalgas um dos objetos de pesquisa prioritários das mais modernas áreas de investigação.



Figura 4: Spirulina platensis



Figura 5: Spirulina platensis

### **A spirulina e o “método do repolho roxo” como indicador de potencial hidrogeniônico (pH) natural**

A fim de aferirmos a capacidade da spirulina em reduzir a concentração de CO<sub>2</sub> da água (pertencentes a determinados corpos líquidos, como mares, por exemplo), consideramos o método caseiro do repolho roxo.

Acredita-se que o repolho tenha surgido na região do mar Mediterrâneo por volta do ano 100 d.C. sendo considerado como uma iguaria fina e com vários benefícios à saúde pelos antigos egípcios e romanos. O repolho roxo é do grupo *Capitata Rubra*, da família das *Brassicaceae* ou crucíferas.

O suco gerado pelo repolho roxo pode ser usado como medidor doméstico de pH, ficando vermelho em contato com soluções ácidas, e verde/amarelo com soluções básicas (CEAGESP, 2020).

O repolho roxo é dotado de substâncias capazes de alterar sua coloração de acordo com a acidez em que se encontram. (Por exemplo, sua coloração pode mudar de acordo com o tipo de solo onde é cultivada, possuindo 10 vezes mais vitamina A e o dobro de ferro que o repolho verde).

Assim, o extrato do repolho roxo pode ser utilizado como indicador de potencial hidrogeniônico (pH) natural, pois varia sua coloração de acordo com o pH da solução.

Trata-se de indicadores naturais que possuem uma classe de substâncias chamadas de antocianinas - indicadores ácido-base devido ao seu equilíbrio iônico que leva a formações de espécies químicas coloridas.

Essa capacidade se mostra importante, uma vez que há facilidade no uso destas soluções no dia a dia para medir pH, entretanto estes extratos se decompõem em temperatura maior que a ambiente, dificultando seu armazenamento, para contornar esta barreira de uso, pode-se preparar papel indicadores com estas soluções impregnadas (VOIGT, 2020).

## Objetivos

**Objetivo geral:** retirar CO<sub>2</sub> da água através da cianobactéria *Spirulina platensis*;

### Objetivos específicos:

- Realizar um estudo teórico sobre a microalga spirulina;
- Construir um medidor de pH caseiro por meio do repolho roxo;
- Construir um fotobiorreator caseiro;
- Comparar as quantidades de CO<sub>2</sub> antes e depois do experimento.

## Materiais e Métodos

- 9 garrafas PET de 500 mL;
- 300g de spirulina em pó;
- 4.5L de água limpa salgada;
- 2L de água;
- 2 folhas de repolho roxo;
- liquidificador;
- coador;
- 11 copos transparentes de vidro;
- caneta e etiquetas para enumerar os copos;
- limão;
- vinagre;
- bicarbonato de sódio;
- sabão em pó;

- água sanitária;
- detergente;
- açúcar;
- leite;
- sal amoníaco;
- soda cáustica.

Primeiramente, elabora-se o indicador ácido base de repolho. Bate-se, em um liquidificador, duas folhas de repolho e dois litros de água. Depois enumera-se os 11 copos plásticos. Coloca-se o extrato de repolho nos 11 copos e em seguida acrescenta-se as seguintes substâncias aos copos 2 a 11, respectivamente: limão, vinagre, detergente, leite, açúcar, sal amoníaco, sabão em pó, água sanitária e soda cáustica. Assim, cria-se uma escala comparativa de pH(Figura 6).



Figura 6: escala de pH

Depois, coloca-se 500mL de água limpa salgada nas três garrafas de 500mL. Retira-se uma amostra de água de cada garrafa e mede-se o pH a partir do indicador ácido base de repolho.

Insere-se as quantidades de microrganismos (10g, 30g, 60g) em diferentes garrafas. Em seguida, mede-se o pH de 5 em 5 horas, assim como de um dia para o outro, durante dois dias.

Finalmente, mede-se o pH das soluções em cada recipiente com o indicador de repolho e verifica-se qual deles apresenta o maior pH.

## Resultados e Discussões

Ao colocar a spirulina em meio aquoso (Figura 6), percebeu-se que a solução ficou com a aparência demasiadamente escura, deixando-a opaca (Figura 7). Como a medida de pH com o indicador de repolho roxo dependia da mudança de cor do meio, não foi possível verificar esta variação nas amostras. Assim, não se pôde dar continuidade ao experimento.



Figura 7: garrafas com água limpa salgada



Figura 8: garrafas com água salgada e spirulina

A falha do experimento pode ter sido causada pela baixa capacidade das garrafas, cujo conteúdo não conseguiu diluir a spirulina completamente. Além disso, o grupo não encontrou estudos sobre a concentração adequada da spirulina na água, para certificar-se de que a cianobactéria se diluiria propriamente. O uso de um sensor de pH teria sido mais adequado, já que não depende da cor da solução, no entanto, seu acesso foi impossibilitado devido à pandemia do COVID-19.

Caso esses empecilhos houvessem sido superados, presume-se que quanto maior a concentração da spirulina, maior seria o pH, pois haveria uma maior taxa de fotossíntese, o que retiraria maiores quantidades de  $\text{CO}_2$  da água. Por consequência, o meio teria seu pH aumentado, uma vez que a fotossíntese impediria uma maior formação de  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , que, por ser uma substância volátil, se dissociaria nos íons  $\text{H}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$ , o que acidificaria a solução.

No entanto, deve-se considerar que, no começo de seu crescimento, a spirulina produziria mais  $\text{CO}_2$ , através da respiração celular, do que consumiria. Por isso, a redução de  $\text{CO}_2$  seria esperada após certo tempo, depois que a cianobactéria atingisse seu ponto de compensação fótico (MIRA, 2018)

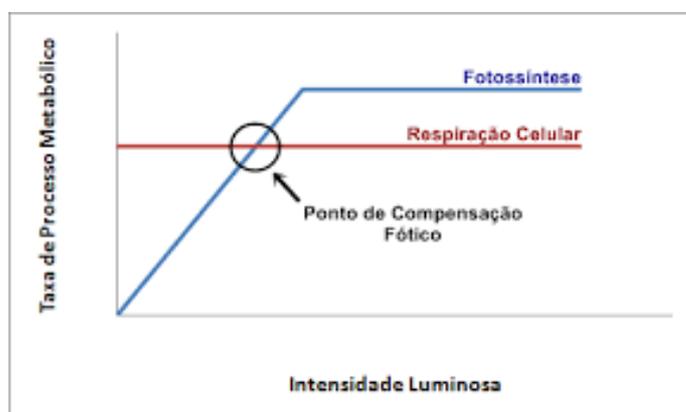


Figura 9: gráfico das taxas de fotossíntese e respiração celular

Caso esse experimento fosse considerado para aplicação no oceano, deve-se observar as consequências dos resíduos liberados pela spirulina com relação à qualidade da água, já que isso poderia afetar a vida marinha.

## Conclusão

Com base no estudo feito sobre a microalga *Spirulina platensis*, pode-se concluir que seu uso seria de grande utilidade para a retirada de CO<sub>2</sub> do meio marinho. No entanto, para realizar-se o experimento de forma eficiente, é recomendado utilizar garrafas maiores para o fotobiorreator e um sensor de pH, a fim de obter resultados mais precisos. Além disso, o ambiente de um laboratório seria mais adequado para esse tipo de procedimento.

## Referências bibliográficas

AIRES, L. **Citação de referências e documentos eletrônicos**. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/1382-acidificacao-dos-oceanos>> Acesso em: 07 jun, 2020.

ANDRADE, M. R.; COSTA, J. A.V. **Cultivo da microalga *Spirulina platensis* em fontes alternativas de nutrientes**. Ciência e agrotecnologia, v. 32, n. 5, p. 1551-1556, 2008.

AS CIANOBACTÉRIAS. Só Biologia, 2020. Disponível em:<  
<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Reinos/biomonera4.php>

> Acesso em: 28 ago, 2020.

BRITO, C. A. S. **Vulnerabilidade dos recursos marinhos dos Açores às alterações climáticas e proposta de medidas de adaptação.** Tese de Doutorado, 2017.

CEAGESP, 2020 Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/noticias/conheca-os-beneficios-do-repolho-roxo-o-produto-da-semana-148/>. Acesso em agosto de 2020.

KUFFNER, I. B. et al. **Decreased abundance of crustose coralline algae due to ocean acidification.** Nature Geoscience, V. 1, n. 2, 2008 p. 114-117.

KUMAR, K.; DASGUPTA, C.N.; NAYAK, B.; LINDBLAD, P.; DAS, D. **Development of Suitable photobioreactors for CO<sub>2</sub> sequestration addressing global warming using green algae and cyanobacteria.** Biosource Technology, V.102, Issue 8, 2011, p.4945-4953.

LANGDON, C.; ATKINSON, M. J. **Effect of elevated pCO<sub>2</sub> on photosynthesis and calcification of corals and interactions with seasonal change in temperature/irradiance and nutrient enrichment.** Journal of Geophysical Research: Oceans, v. 110, n. C9, 2005.

MIRA, W. **Citação de referências e documentos eletrônicos.** Disponível em: <<https://querobolsa.com.br/enem/biologia/fotossintese>> Acesso em: 03 ago, 2020.

VOIGT, C. L. **Atividades de Ensino e de Pesquisa 2.** Ponta Grassa, Ed Atena, 2020

## L4 - ESTUDO SOBRE PERFORMANCES DAS RODAS DE CARRINHOS

Bernardo Oliveira, Diogo Peres, José Paulo, Marcio Sequerra, Tamires Zhou

Orientadoras: Carolina Zambrana e Fernanda Cavaliere.

---

### Resumo

Nas últimas décadas, muitos avanços tecnológicos foram feitos. Por isso, muitas pesquisas estão sendo feitas para descobrir se morar em outro planeta seria uma possibilidade ou não, já que todos sabem que os recursos da Terra podem acabar um dia. A chance de viver em Marte, considerando a importância da locomoção, foi a principal motivação para a realização deste experimento. Com isso, foi feito um estudo das diferenças relativas à superfície de Marte e da Terra, porque essas divergências são indispensáveis na hora de projetar um veículo apropriado para ser usado lá. Após essa pesquisa, uma superfície irregular foi criada simulando o solo em Marte. Em seguida, foram feitas anotações sobre a distância percorrida e a velocidade alcançada pelos dois carrinhos. O primeiro possui uma menor pressão (da câmara interior da roda) e uma área maior (a área que está em contato com a pista) em relação ao segundo. Com essas informações, os resultados mostraram que: o carrinho 1 (C1) é mais devagar, mas pode atingir distâncias maiores e ficar mais tempo na pista do que o carrinho 2 (C2). Consequentemente, C1 é mais seguro do que C2 para percorrer superfícies irregulares.

**PALAVRAS-CHAVE:** carrinho, roda, locomoção, superfície, Marte.

---

### Abstract

In the past decades more and more technological advances have been made. Because of that, a lot of research is being carried out so as to discover whether living on another planet would be a possibility or not, since everybody knows that the resources of Earth could end one day. The probability to live on Mars considering the importance of locomotion, was the main motivation for conducting this experiment. Then, it was decided that a study of the differences concerning the surface of Mars

and Earth should be taken into account when designing an appropriate vehicle to be used there. After the research, an irregular surface was created simulating the ground on Mars. Following that, notes were taken concerning the distance covered and the velocity achieved by both carts. The first one, has lower wheel pressure and a larger area compared with the second. With this information, the results have shown that: cart 1 (C1) is slower, but can reach bigger distances and stay more time on track than cart 2 (C2). Consequently, C1 is safer than C2 to travel on a rough ground.

**KEYWORDS:** cart, locomotion, surface, Mars, wheel

---

## Introdução

A exploração do espaço vem se mostrando cada vez mais importante para a descoberta de novos conhecimentos e tecnologias, pois como é um ambiente muito diferente da Terra, exige adaptações que ainda não foram descobertas. Após ter chegado a Lua, o homem traçou um novo objetivo, o planeta vermelho, Marte.

Várias motivações estimularam a ida até Marte, das mais diversas possíveis, como uma possível colonização, já que o ser humano vem destruindo seu planeta natal, a Terra. Outras motivações como verificação de vida, água líquida e possíveis descobertas também foram levadas em conta.

Para contribuir com a exploração do planeta vermelho, um transporte eficiente e resistente é de extrema importância, logo, este estudo propõe a idealização de um transporte que supra tais necessidades. Dentre os meios de transportes existentes na Terra, nos baseamos no automóvel, pois têm a capacidade de percorrer longas distâncias, armazenar amostras e se locomover por solos com relevo acidentado em alta velocidade, além de, se for o caso, transporte humano. Como a idealização de um carro em sua integridade é algo muito complexo, restringimos nossos estudos, ao pneu mais adequado ao solo marciano.

### **Marte e suas características:**

Marte está localizado em quarto lugar a partir do Sol. É um planeta menor do que a Terra, porém, possuem características similares, como as estações do ano e a duração do dia.

As temperaturas baixas desse planeta oscilam entre 20°C- -130°C, devido a fina espessura da atmosfera marciana: composta principalmente por gás carbônico e pequenas quantidades de nitrogênio, oxigênio, argônio etc.

A sua superfície é constituída por rochas, a maioria delas é formada por basalto e também podem ser encontradas calotas polares de água e dióxido de carbono gelados. (TODA MATÉRIA, 2019)

### **Discutindo a Física no movimento dos carrinhos e suas rodas**

Para uma melhor compreensão física do movimento do carrinho, vamos expor, brevemente, algumas partes e funções mecânicas mais relevantes de um veículo, relacionadas ao experimento que realizamos ao longo deste projeto.

**Sobre rodas e pneus:** As rodas e os pneus são as partes do veículo que têm como funções: controlar a direção, frear, permitir a realização de curvas.

Em geral, os pneus são compostos de diferentes tipos de materiais: borracha natural, borracha sintética, lonas (poliéster e nylon), fuligem de petróleo, solventes etc. (CARVALHO & GUTIERREZ, 2013).

A pressão interna dos pneus suporta o peso do carro e amortece os solavancos durante o movimento. O pneu é elástico, e sua parte inferior é deformada pelo peso do carro. Quando este está em movimento e o pneu gira, a porção deformada deixa de estar na parte inferior e volta à sua forma original, enquanto a outra porção é comprimida quanto ao solo. Contudo, o material de que é feito o pneu não é completamente elástico, parte da energia gasta para a deformação é transformada em calor, diminuindo a eficiência do movimento.

No pneu de passeio, o material predominante é a borracha (27% sintética e 14% natural). Além dela, o pneu também é constituído por 28% de negro de fumo,

17% de derivados de petróleo e produtos químicos, 10% de material metálico (ou aço) e 4% de têxtil. (FIESP,2020)

**Sobre a direção:** Para que o condutor tenha controle do movimento do carrinho, é necessário aciona o volante que, acoplado a outros componentes do sistema de direção, será responsável por mudar a direção das rodas durante o movimento.

**Sobre o chassi:** O chassi de um veículo refere-se a uma base rígida onde se apoiam os dispositivos que permitem a rolagem do veículo (transmissão, suspensão e rodas).

## Objetivos

**Objetivo Geral:** Estudar uma parte da física do movimento de carrinhos e suas rodas, para analisar performances de carrinhos em simulação da pista irregular.

### Objetivos Específicos:

- Compreender as diferenças do solo de Marte com o solo da Terra;
- Conseguir fazer uma imitação mais próxima possível do solo de Marte com as placas de isopor;
- Estudar a parte física do movimento do carrinho e suas rodas;
- Estudar as características de Marte;
- Compreender as diferenças atmosféricas entre a Terra e Marte;
- Conseguir manter o carro estável.

## Materiais e métodos

- 1 carrinho de brinquedo com a roda lisa;
- 1 carrinho de brinquedo com “pinos” na roda;
- 6 placas de isopor
- 1 trena ou fita métrica
- 1 cronometro

- Primeiramente, pegar as placas de isopor e fazer buracos nela, para imitar o solo de Marte;
- Colocar as placas uma em seguida da outra para montar uma “pista”;
- Pegar o primeiro carrinho, colocar ele no começo da pista e depois empurrar com uma determinada força para o carrinho conseguir andar sobre a pista; enquanto o carrinho percorre, cronometrar o tempo que ele demorou até chegar no final do percurso; (fazer esse processo 3x para conseguir uma média dos dados, com finalidade de ter mais precisão no resultado obtido)
- Fazer exatamente o mesmo com o segundo carrinho (colocar ele na pista, empurrar com a mesma força que o primeiro foi empurrado; cronometrar o tempo utilizado);
- Anotar os resultados obtidos.

## Resultados e discussão

Para um mesmo deslocamento  $\Delta S = 1,725$  metros:

Código do carrinho	Experimento	Tempo do movimento na pista (s)	Distância percorrida (m)	Velocidade (m/s)	Área de uma das rodas em contato com a pista (m)	Massa (kg)	Pressão (N/m <sup>2</sup> )	Quantidade de depressões encontradas e percorridas pelo carrinho
Carro 1 (C1)	1 do carro 1	1,82	0,98	0,54	0,03	0,245	2.722,2	6
	2 do carro 1	1,97	1,1	0,56	0,03	0,245	2.722,2	7
	3 do carro 1	2,21	1,301	0,59	0,03	0,245	2.722,2	8
	Média do carro 1	2,0	1,127	0,56	0,03	0,245	2.722,2	7
Carro 2 (C2)	1 do carro 2	1,2	0,8	0,65	0,25	0,205	3.280,0	6
	2 do carro 2	1,6	1,05	0,66	0,025	0,205	3.280,0	7
	3 do carro 2	0,95	0,61	0,64	0,025	0,205	3.280,0	5
	Média do carro 2	1,25	0,82	0,65	0,025	0,205	3.280,0	6

- o carrinho 1 (C1) percorreu uma distância maior comparada ao carrinho 2 (C2);

-a área da roda do C1 é maior que a do C2;

-se calcularmos a pressão em C1, vamos ter um valor menor em relação ao C2, porque quanto maior a área de contato entre o solo e a roda, menor será a pressão ( $\text{N/m}^2$ ).



**figura 1: carrinho 1**



**figura 2: roda do carrinho 1**

Segundo os nossos estudos, além da pressão da força peso atuando no carro contra a área do chão, há também, a pressão interna da câmara dos pneus. Quando essa pressão de dentro da câmara está baixa, pode acontecer do carro perder a sua estabilidade, tornando-se mais vulnerável a derrapagens nas pistas, por exemplo. Também sabemos que quando a pressão das rodas é menor, tem um certo benefício ao condutor e passageiros em termos de conforto, já que o movimento do carro parece ser mais “macio”, transmitindo menos as irregularidades do piso para os ocupantes. Porém, essa condição de pressão do pneu pode desgastá-lo mais facilmente.

Quando a pressão é maior, a área da roda que está em contato com o solo é menor, isso pode causar instabilidade ao carro por causa da diminuição do atrito estático. Uma pressão maior nas rodas interfere também no conforto dos ocupantes do veículo, que se torna mais “duro” para realizar os movimentos.

Como a finalidade do carro é transporte em Marte, o desgaste do pneu é um aspecto muito negativo e que tem que ser evitado. No entanto, levando em consideração apenas a pressão devido ao peso do carro, faremos aqui uma aproximação da pressão do carro como um todo para a pressão interna do pneu.

Assim, experimentalmente, vimos que C1 ficou mais tempo na pista do que C2, e percorreu com mais êxito (mais depressões que C2), embora com menor velocidade. E o C2 permaneceu menor tempo na pista só que obteve uma velocidade maior.



**figura 3: carrinho 2**



**figura 4: roda do carrinho 2**

Medimos a pressão das duas rodas e obtivemos que o valor do C2 é maior ao ser comparado com o C1. Desta maneira, o segundo carrinho tem maior pressão (devido ao seu peso e a área de suas rodas), atingindo um deslocamento muito inferior ao primeiro carrinho, apesar de ter apresentado uma velocidade maior. De fato, com uma pressão maior, o carro não teve estabilidade para manter-se na pista, já o carro 1, com menor pressão, percorreu uma distância consideravelmente maior, mesmo que tenha se movido com uma velocidade mais baixa.

Estamos conscientes de que os resultados observados possuem limitações, uma vez que só foi possível realizar o experimento com 2 carrinhos. O adequado seria ter uma amostragem maior e com pneus de borracha dotados de real de entrada e de saída de ar. (deixaremos esta questão para ser superada em trabalhos futuros).

Com relação ao solo marciano que é caracterizado por várias irregularidades e depressões, foi possível de analisar que o carro com a pressão menor (C1) é capaz de realizar trajetos mais longos, obtendo êxito em travessias irregulares.

## Conclusão

Como o carrinho 1 (com a sua pressão menor e a área da sua roda maior), se manteve por mais tempo na pista e percorreu uma maior distância, levando em consideração a movimentação do carro em solos bem irregulares, como o de Marte, C1 de mostrou mais seguro que C2.

Devido as limitações deste trabalho, consideramos os resultados obtidos relevantes, principalmente para a formulação de hipóteses para pesquisas futuras.

Também destacamos, após os nossos estudos, que o movimento de um carro envolve várias outras variáveis como sistema de frenagem, de direção, de suspensão, entre outros. Algo que pretendemos explorar em trabalhos futuros.

## Referências bibliográficas

CARVALHO, R. P.; GUTIERREZ, J. C. H. **O automóvel na visão da Física**. Ed. Autêntica, São Paulo, 2013.

GOUVEIA, Rosimar. **O Planeta Marte**. Toda Matéria, 2019. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/planeta-marte/> . Acessado em 01/09/2020

FIESP, 2020. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-dopneu/fabricacao/#:~:text=No%20pneu%20de%20passeio%2C%20a,e%20o%20t%C3%AAxtil%20por%204%25>. Acesso em: 21 de agosto de 2020.

## L6 - PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DA ELETRÓLISE

Alunos: Gabriela Rodrigues e Júlia A. Uehara

Professoras Orientadoras: Fernanda C. Sodre e Carolina O. Zambrana

---

### Resumo

A mudança climática é hoje um dos problemas mais preocupantes da humanidade. Esse fenômeno está relacionado à liberação de dióxido de carbono durante o processo de combustão, que é a principal fonte de energia do planeta e crucial para as atividades humanas. Por isso, o grupo foi incentivado a explorar uma alternativa sustentável para esse problema prejudicial. A solução encontrada foi o gás hidrogênio, já que sua combustão libera apenas água e uma grande quantidade de energia. Um método viável para obtê-lo é a eletrólise, um processo que consiste em aplicar uma descarga de energia na água para provocar a ionização da mesma. Para isso, o grupo colocou dois grafites em um recipiente com água e cloreto de sódio e, em seguida, conectou o sistema à uma bateria. Diversas eletrólises foram executadas variando a quantidade do soluto e a distância entre os grafites. A diferença em relação ao volume foi medida durante o processo de produção de gases, o que permitiu a análise da velocidade da reação e sua relação com as variáveis. Notou-se, com os principais resultados, que a velocidade e a área dos grafites são diretamente proporcionais e que a distância entre as pichações e a velocidade da reação são inversamente proporcionais. Por fim, nenhuma conclusão tangível foi alcançada alterando a quantidade de soluto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eletrólise, gás hidrogênio, combustível.

---

### Abstract

Climate change is nowadays one of the most concerning problems of humanity. This phenomenon is related to the release of carbon dioxide during the process of combustion, which is the main energy source of the planet and is crucial for human activities. Therefore, the group was encouraged to explore a sustainable alternative

for this harmful dilemma. The encountered solution was hydrogen gas, since its combustion releases only water and a large amount of energy. A viable method to obtain it is the electrolysis, a process that consists of applying an energy discharge on water as to provoke the ionisation of water. In order to do that, the group placed two pieces of graphite in a container with water and sodium chloride, then connected the system to a battery. Numerous electrolysis were executed varying the solute's quantity and the distance between the graphites. The difference concerning volume was measured during the process of gases' production, which allowed the team to analyze the speed at which the reaction was triggered and its relation with the variables. The key results were that the speed and the graphites' area are directly proportional and that the distance between the graphite and the speed of the reaction are inversely proportional. Lastly, no tangible conclusion was achieved by changing the amount of solute.

**KEY-WORDS:** Electrolysis, hydrogen gas, fuel.

---

## Introdução

No século XVIII, o ocidente foi responsável por diversos avanços científicos na área da termodinâmica que impactaram, inédita e profundamente, o modo de vida dos seres humanos. Com o advento da revolução industrial, inúmeras novas máquinas foram criadas e iniciou-se, assim, um período na ciência de investigação e pesquisa sobre o trabalho mecânico, otimização de combustíveis e minimização da dissipação de energia. (BALDOW, 2010)

O processo industrial inglês criou uma dependência por combustíveis fósseis, atualmente visível no funcionamento de automóveis e em processos industriais. Além disso, a queima dessas fontes não renováveis - inicialmente o carvão e, posteriormente, o petróleo e o gás natural -, almejando a produção de energia, gera como um de seus produtos o dióxido de carbono.

Esse gás é o grande responsável pelo aquecimento global, caracterizado pela mudança na temperatura da superfície terrestre, que afeta, catastroficamente, o ciclo de vida de diversas espécies que utilizam das condições climáticas para regularem suas migrações, ciclos reprodutivos, alimentação, entre outras atividades

metabólicas. Além disso, o derretimento de calotas polares e o aumento das temperaturas oceânicas destrói o habitat de uma grande quantidade de seres vivos, levando diversas espécies a serem extintas. Segundo Malcolm et al (2006), a taxa de espécies endêmicas que seriam extintas poderia alcançar, no pior cenário, 39-43%, resultando na potencial perda de 56000 espécies de plantas e 3700 espécies de vertebrados.

A imagem a seguir apresenta o derretimento do gelo no Ártico nos últimos 35 anos, causado pelo aquecimento global.

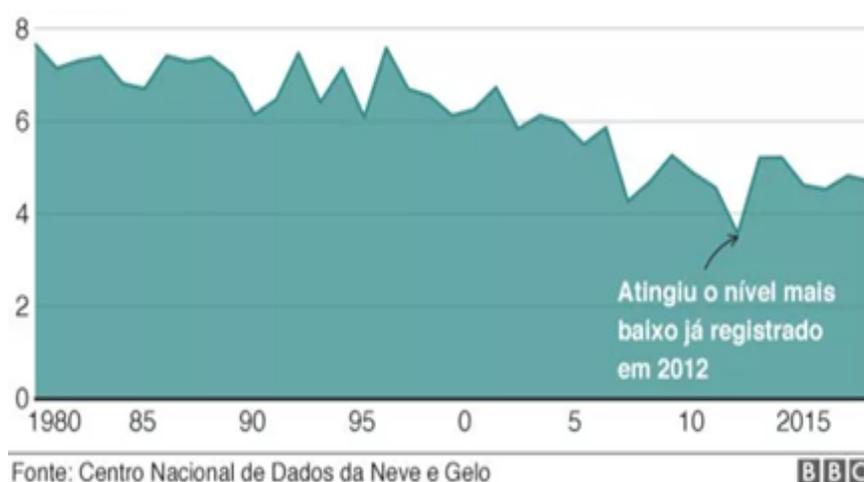


Figura 1: Mudança na extensão mínima da camada de gelo no mar Ártico, em milhões de quilômetros, no decorrer dos últimos 35 anos.

Já a figura abaixo demonstra que a temperatura média global está sofrendo um aumento drástico. Entre 1885 e 2020, a temperatura sofreu mudanças consideravelmente maiores do que nos anos de 1865 a 1900.

Levando em consideração todos esses fatores, faz-se necessário uma gama de estudos de novas possibilidades de combustíveis que não apresentem impactos ambientais severos, produzam alta quantidade de energia, sejam renováveis e financeiramente acessíveis. Uma fonte atualmente pouco explorada é o gás hidrogênio.

Um dos benefícios desse gás é a sua entalpia de combustão de  $-286\text{kJ/mol}$ . Como o gás hidrogênio é o combustível que mais libera energia por unidade de peso,

este possui o maior poder calorífico [observa-se isso na figura 2] e é o menos denso, por esses motivos, esse gás seria uma solução para o problema encontrado pelo grupo. Uma vez que, é um combustível mais limpo que os demais e sua combustão não libera gases tóxicos à atmosfera, devido à ausência de carbono em sua composição, gerando apenas água como produto, além de liberar energia. Além disso, o gás hidrogênio é utilizado pela NASA para propulsão de seus foguetes e sondas espaciais, devido à sua alta velocidade de ignição [exemplificada na figura 3].

PODER CALORÍFICO DE ALGUNS COMBUSTÍVEIS		
COMBUSTÍVEL	CALOR PRODUZIDO	
Lenha	10 550 J/g	2 524 cal/g
Gás canalizado	17 974 J/g	4 300 cal/g
Metanol	22 200 J/g	5 311 cal/g
Álcool combustível	27 200 J/g	6 507 cal/g
Carvão metalúrgico	28 424 J/g	6 800 cal/g
Etanol	29 636 J/g	7 090 cal/g
Gasolina com 20% de álcool	40 546 J/g	9 700 cal/g
Acetileno	40 964 J/g	9 800 cal/g
Óleo diesel	44 851 J/g	10 730 cal/g
Querosene	45 144 J/g	10 800 cal/g
Gasolina isenta de álcool	46 900 J/g	11 220 cal/g
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	49 030 J/g	11 730 cal/g
Butano	49 324 J/g	11 800 cal/g
Propano	49 951 J/g	11 950 cal/g
Metano	53 922 J/g	12 900 cal/g
Hidrogênio	120 802 J/g	28 900 cal/g

Figura 2: Gráfico do poder calorífico por grama de certos combustíveis

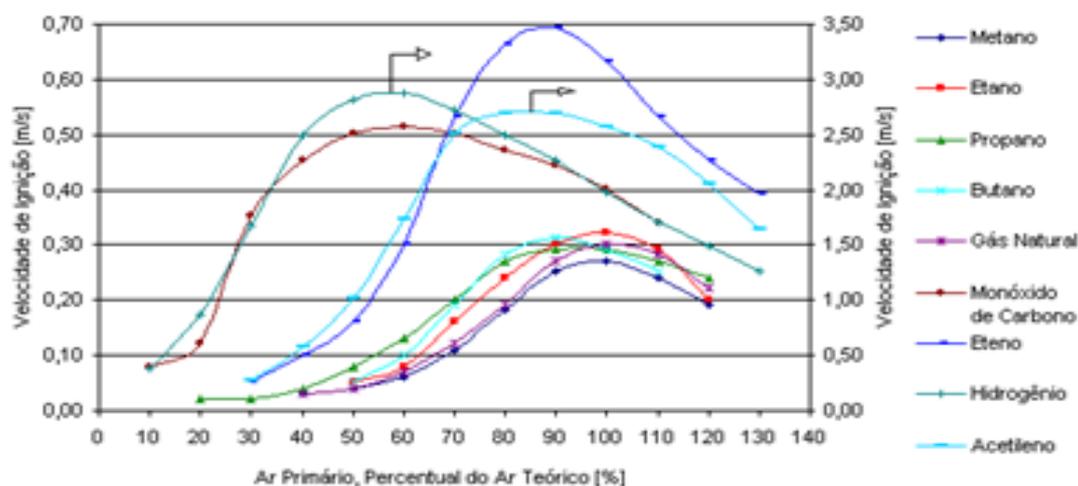


Figura 3: Gráfico da velocidade de ignição dos combustíveis por percentual de ar primário

O hidrogênio compõe, aproximadamente, 70% da superfície terrestre, no entanto, por ser quimicamente ativo, sempre se liga a outros elementos. Segundo Wollmann (2013), o uso de hidrogênio é uma tendência para o futuro que não deve ser evitada, pois é um combustível sustentável.

Os principais métodos para a obtenção do gás hidrogênio são:

- (1) a reforma seca ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ )
- (2) oxidação parcial ( $\text{CH}_4 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ )
- (3) reforma a vapor ( $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$ ) e
- (4) eletrólise ( $\text{H}_2\text{O} + \text{Composto que cumpre certas condições} \rightarrow \text{H}_2 + \text{gás que depende do composto}$ ).

Cada método tem suas vantagens e desvantagens, as mais notáveis sendo a produção de poluentes dos primeiros três métodos e o custo mais elevado da eletrólise (EMERSON & ITÂNIA, 2016).

A eletrólise é o processo decorrente da passagem de uma corrente elétrica pela água, onde ocorre a quebra (lise) de moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ . Como a autoionização ( $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ ) da água destilada não é suficiente, devemos adicionar um soluto que se ionize na água (como um sal) para que o processo ocorra. O processo é geralmente feito através de uma célula eletrolítica, que consiste em dois

eletrodos (cátodo e ânodo) submergidos em uma solução aquosa. Além disso, os eletrodos são conectados à uma fonte de voltagem (uma pilha, bateria etc).

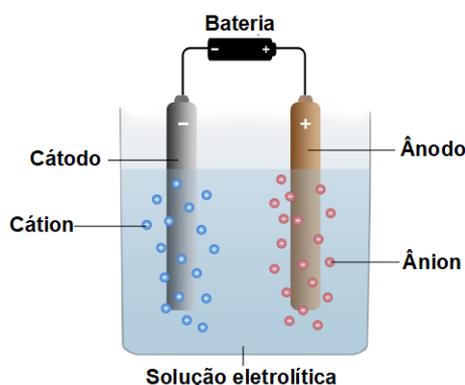


Figura 4: Representação de uma célula eletrolítica simples

Segundo Sartori (2013, p. 107), quando uma corrente elétrica é aplicada, "(...) os íons positivos (cátions) movem-se através do eletrólito na direção do cátodo, e os íons negativos (ânions), na direção do ânodo. Esse processo constitui uma reação de oxidação-redução e a soma das duas semirreações nos eletrodos é a reação global na célula eletrolítica".

Nas semirreações em cada eletrodo, os dois tipos de cátion ( $H_3O^+$  e cátion do soluto) e ânion ( $OH^-$  e ânion do soluto) competem para participar da reação. O cátion e ânion com maior facilidade de descarga participam da reação.

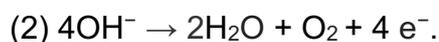
Ordem decrescente de facilidade de descarga de cátions		Ordem decrescente de facilidade de descarga de ânions	
•Au <sup>3+</sup>		•Cl <sup>-</sup>	
•Pt <sup>2+</sup>		•Br <sup>-</sup>	
•Hg <sup>2+</sup>		•I <sup>-</sup>	Ânions não oxigenados e o hidrogenossulfato
•Ag <sup>1+</sup>		•HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
•Cu <sup>2+</sup>	Demais metais	•OH <sup>-</sup>	
•Ni <sup>2+</sup>			
•Cd <sup>2+</sup>			
•Pb <sup>2+</sup>			
•Fe <sup>2+</sup>			
•Zn			
•Mn <sup>2+</sup>		•NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ânions oxigenados e o fluoreto
•H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ou H <sup>+</sup>		•SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
•Al <sup>3+</sup>	Alumínio	•ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
•Mg <sup>2+</sup>		•F <sup>-</sup>	
•Na <sup>+</sup>			
•Ca <sup>2+</sup>	Metais alcalinoterrosos		
•Ba <sup>2+</sup>			
•K <sup>+</sup>	Metais alcalinos		
•Li <sup>+</sup>			
•Cs <sup>+</sup>			

Figura 5: Tabela com ordem decrescente de facilidade de descarga de cátions e ânions

Se o objetivo é a produção de H<sub>2</sub>, deve-se escolher um soluto que forme cátions com menos facilidade de descarga, assim ocorre a reação



Dependendo do objetivo da eletrólise escolhe-se o ânion produzido pelo soluto. Se é desejável produzir gás O<sub>2</sub>, escolhe-se um ânion com menos facilidade de descarga, assim ocorre a reação



Se é desejável produzir o gás do ânion do soluto, escolhe-se um ânion com mais facilidade de descarga que o OH<sup>-</sup> assim ocorre a reação



Partindo das reações de autoionização de água  $8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{O}^+ + 4\text{OH}^-$  e de decomposição de um soluto com cátion e ânion menos reativos, e somando as reações (1) e (2), obtemos a eletrólise da água produzindo gás oxigênio e hidrogênio:

$2\text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2 + \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$ . Partindo agora das reações de autoionização da água e de decomposição de um soluto com cátion menos reativo e ânion mais reativo (NaCl), e somando as reações (1) e (3) obtemos a eletrólise da água em gás hidrogênio, gás do ânion produzido pelo soluto e uma base:



Portanto, para que a produção do gás hidrogênio seja uma alternativa eficaz para alguns desses problemas enfrentados na contemporaneidade, deve-se analisar a eletrólise à fundo e tentar maximizar sua eficácia, a fim de encontrar-se uma maneira viável de sua produção. Desta maneira, o objetivo deste trabalho será estudar e aprimorar a eletrólise a fim de concluir se esta é uma resolução para a produção de gás hidrogênio.

## Objetivos

Produzir gás hidrogênio a partir da eletrólise da água.

### Objetivos específicos

Otimizar a alcalinização (a quantidade de compostos iônicos) da água com uma base e um ácido medindo o volume de gás obtido.

Otimizar a voltagem para a eletrólise da água (medindo o volume de gás produzido).

Montar um protótipo capaz de realizar a eletrólise.

## Materiais e Método

A intenção desse projeto é realizar um experimento de baixo custo e materiais acessíveis para analisar a produção de gás hidrogênio a partir da eletrólise. Além de seu propósito inicial, pode ser uma visualização muito útil para alunos do final do

ensino médio, permitindo a aplicação e visualização de muitos conceitos teóricos estudados nesse período como circuitos, entalpia, combustão, facilidade de descarga, ionização de soluções e etc. Para isso serão necessários os seguintes materiais:

- 1 fonte de voltagem (pilha de 1.5 V ou bateria de 9V e 12V)
- Soluta (NaCl)
- 2 grafites de compasso com tamanho 2HB
- 2 seringas ou recipientes transparentes com medições
- Cola quente
- Fita durex
- 2 fios de cobre
- 1 recipiente de vidro de 200 mL
- Fita isolante
- Água mineral Minalba (com pH 7,76)
- 3 folhas de repolho roxo

O procedimento realizado consistirá na montagem da célula eletrolítica a partir dos materiais previamente listados, a montagem e operação devida do circuito, e como medir os resultados da reação.

1. Adicionar-se-á nesse recipiente a água e o soluto.
2. Retirar-se-á a parte móvel da seringa totalmente.
3. Dar-se-á várias voltas com o fio na ponta de um dos grafites, colocar essa ponta dentro da seringa passando o fio pela ponta pequena da seringa.
4. Inserir-se-á as seringas na água e depois selar-se-ás com cola quente. \*
5. Prender-se-á cada seringa nas laterais do recipiente com a fita durex.
6. Conectar-se-á cada fio em cada polo da pilha, com o auxílio da fita isolante.
7. Uma vez que tudo está no lugar, ligar-se-á a fonte de voltagem na voltagem determinada por um período de tempo específico.
8. Observar-se-á a variação no nível da água pelas marcações na seringa e deduzir o volume de gás hidrogênio produzido.

9. Utilizar-se-á 350 mL de água mineral (com pH 7,76) e 3 folhas de repolho roxo que serão misturadas no liquidificador e, depois, coadas para a produção de uma solução medidora. Essa solução será usada para testar amostras do pH das reações ao longo do tempo e observar possíveis diferenças nas cores, as quais indiquem a produção de uma substância.

**\*Observação:** Caso a ordem seja contrária, a pressão exercida pelo ar impedirá a entrada da água nas seringas.



Figura 6: Montagem da célula eletrolítica

## Resultados e discussão

Realizou-se diversas eletrólises variando o soluto, sua quantidade e a distância entre grafites. Além disso, mediu-se a diferença de volume durante o processo de produção dos gases e os resultados experimentais foram, posteriormente, comparados com dados obtidos a partir de cálculos que relacionavam o volume de gás produzido em determinada quantidade de tempo.

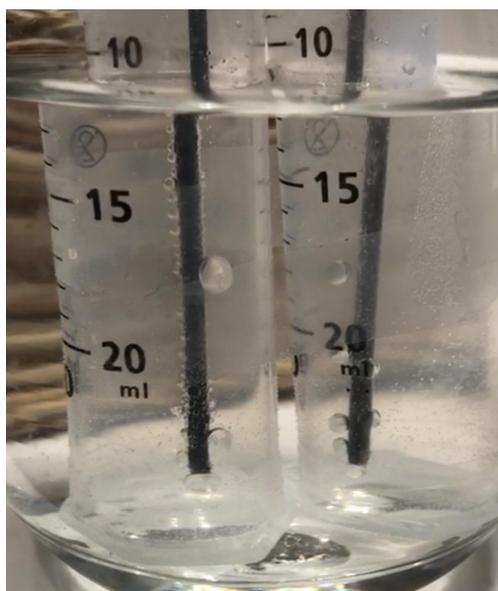


Figura 7: Formação de bolhas, demonstrando a produção de gás hidrogênio e cloro.

### 1) Mudanças no pH

A eletrólise foi realizada com dois sais distintos, NaCl e NaHCO<sub>3</sub>, e fez-se uma análise qualitativa sobre a diferença de pH observada utilizando uma solução de repolho roxo. Ambas soluções utilizadas para a eletrólise continham 49 gramas de cloreto de sódio (para a mistura de NaCl) e 72 gramas de bicarbonato de sódio (para a mistura de NaHCO<sub>3</sub>) dissolvidos em 200 mL de água mineral (com pH 7,76).

Já para o teste de pH, foram colhidas amostras de 2 mL da água da eletrólise acrescentadas a 3 mL da solução de repolho roxo. Na tabela abaixo, apresentam-se as cores das amostras coletadas ao longo do período de 300 minutos.

Tempo (min)/ sal	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
NaCl	violeta	violeta	violeta	roxo	roxo	azul	azul	azul	azul	turquesa
NaHCO <sub>3</sub>	verde	verde	verde	verde	verde	verde	verde	verde	verde	verde

Tabela 1: Na figura, está documentado a mudança ou permanência de cores nas amostras das soluções de NaCl e NaHCO<sub>3</sub> ao longo de 300 minutos.



Figura 8: Cores da mistura com  $\text{NaHCO}_3$  ao longo do tempo (manteve-se igual)

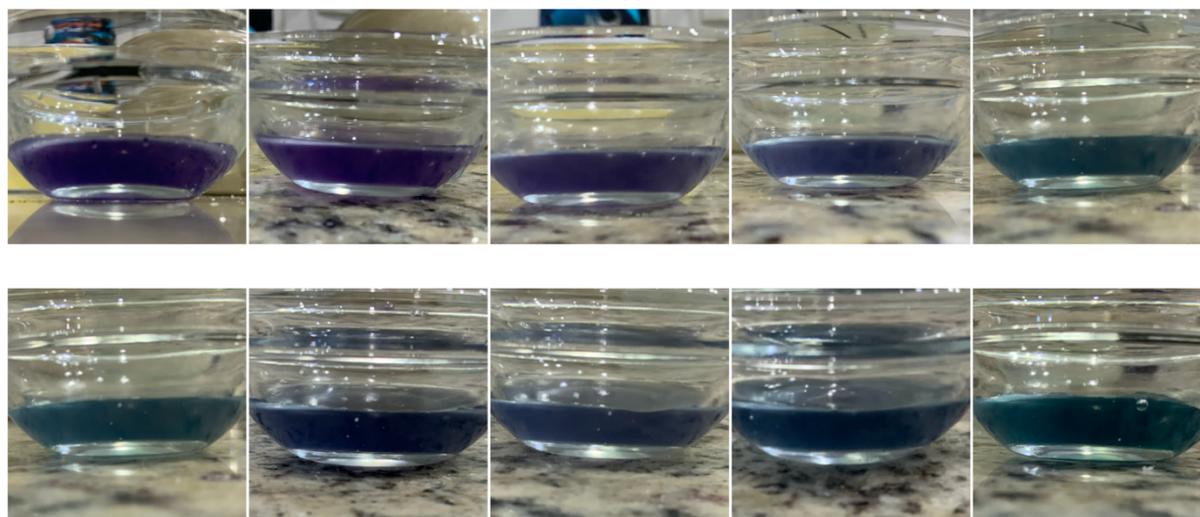


Figura 9: Cores da mistura com  $\text{NaCl}$  ao longo do tempo



Figura 10: Medições de pH coletadas pelo grupo. As cores rosa, roxo e azul indicam, respectivamente, um pH ácido, neutro e básico.

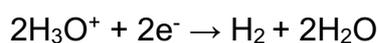
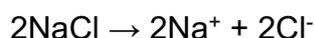
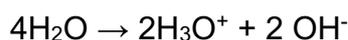
Na solução com bicarbonato de sódio, a coloração não sofreu alterações significativas, logo, o pH também se manteve praticamente o mesmo. Já a mistura com cloreto de sódio sofreu variações na cor e, conseqüentemente, no pH.

O que causa esse fenômeno é uma diferença nos produtos obtidos. Na reação com NaCl, produziu-se H<sub>2</sub>, NaOH e Cl<sub>2</sub>. Por outro lado, na reação com NaHCO<sub>3</sub>, os produtos foram NaOH, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>. O NaOH é responsável por tornar a solução mais básica, por isso à medida que a reação progride e mais produtos são formados, mais azul torna-se a amostra ao ser misturada com a solução de repolho roxo.

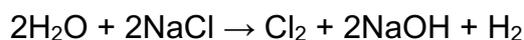
Em contrapartida, a solução com bicarbonato de sódio desenvolveu um tom esverdeado constante, e por esse motivo, presume-se que o NaOH e o H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, por serem, respectivamente, uma base forte e um ácido fraco, tornaram o pH da solução levemente básico devido à diferença de intensidade entre eles. A constância na coloração é explicada por esses compostos não serem produtos da eletrólise, mas sim da mistura do sal com a água, por isso não aumentam sua dissociação conforme o passar do tempo. Já sobre o O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>, formados pela eletrólise, pode-se deduzir que não alteram o pH da solução.

Examinando as reações químicas:

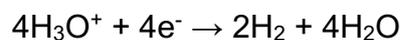
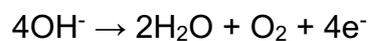
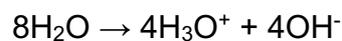
1) Reação com NaCl:



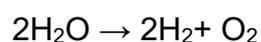
-----



2) Reação com  $\text{NaHCO}_3$  (Nem o  $\text{Na}^+$  ou o  $\text{HCO}_3^-$  reagem na eletrólise)



-----



Como o sal não participa da eletrólise, somente conduzindo a carga pela água, não precisamos incluir sua reação na reação global ( $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{HCO}_3^-$ )

## 2) Volume

Analisou-se o volume de gás produzido em relação ao tempo variando a concentração salina da mistura. Abaixo encontram-se os 5 experimentos feitos:

**Experimento 1:** Foram usados 240 gramas de uma solução com concentração de  $0,59 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ . A pilha utilizada é da marca Toshiba de 12V e a distância entre grafites é de 2cm.

Tempo (s)	0	480	1260	1800
Volume (mL)	0	3,8	9,8	11,8

Tabela 2: Experimento 1

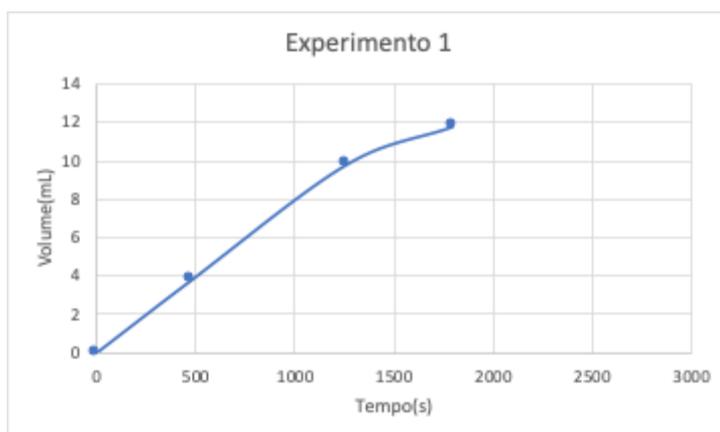
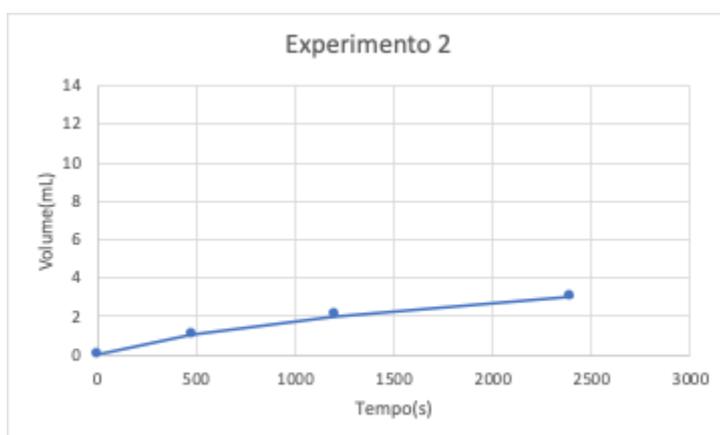


Gráfico 1: Experimento 1

**Experimento 2:** Foram usados 240 gramas de uma solução com concentração de  $0,59 \frac{mol}{L}$ . A pilha utilizada é da marca Brasfort de 12V e a distância entre grafites é de 4 cm. Houve um problema de contato descoberto, posteriormente, entre o fio e a pilha.

Tempo(s)	0	480	1200	2400
Volume(mL)	0	1	2	3

Tabela 3: Experimento 2



## Gráfico 2: Experimento 2

**Experimento 5:** Foram usados 240 gramas de uma solução de  $0,59 \frac{mol}{L}$ . A pilha utilizada é da marca Brasfort de 12V e a distância entre os grafites é de 4 cm. As condições deste experimento foram as mesmas do Experimento 2, porém neste o problema de contato foi corrigido antes do início da eletrólise.

Tempo(s)	0	117	223	305	468	578	733	1091
Volume(mL)	0	1	2	3	4	5	6	7

Tabela 4: Experimento 5

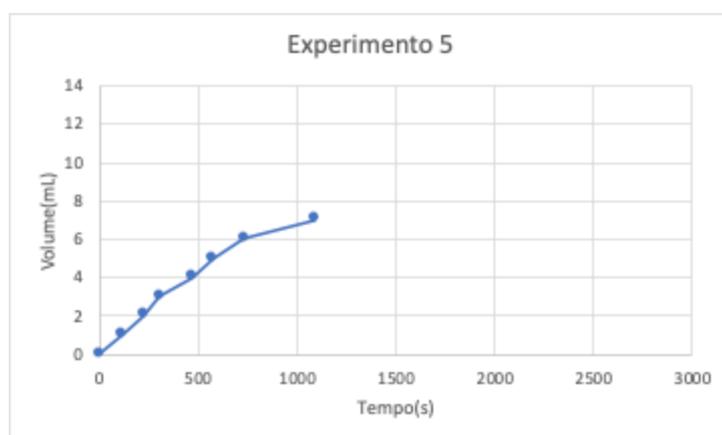


Gráfico 3: Experimento 5

**Experimento 3:** Foram usados 240 gramas de solução com concentração de  $1,18 \frac{mol}{L}$ . A pilha utilizada é da marca Toshiba de 12V e a distância entre os grafites é de 2 cm.

Tempo (s)	0	87	219	403	830
Volume (mL)	0	1	2	3	4

Tabela 5: Experimento 3

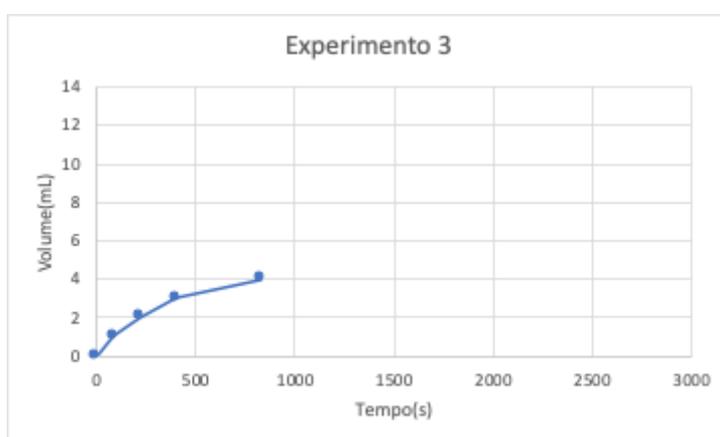


Gráfico 4: Experimento 3

**Experimento 4:** Foram usados 240 gramas de solução  $1,18 \frac{mol}{L}$ . A pilha utilizada é da marca Brasfort de 12V e a distância entre os grafites é de 2cm.

Tempo(s)	0	102	211	306	423	584	771
Volume(mL)	0	1	2	3	4	5	6

Tabela 6: Experimento 4

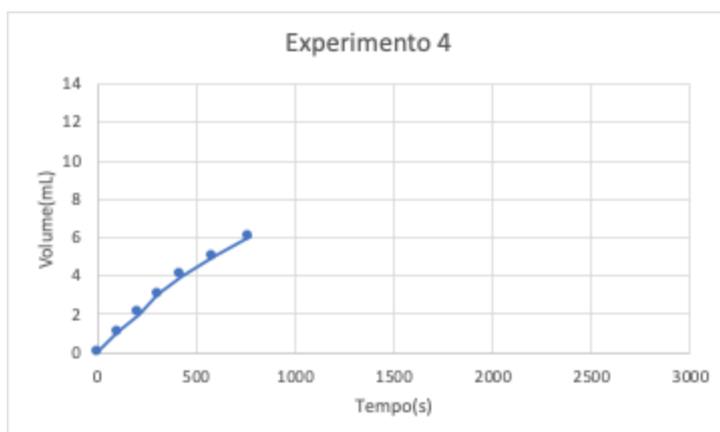
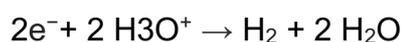


Gráfico 5: Experimento 4

A diferença mais notável entre todos os experimentos foi a falha de bom contato entre a pilha e o fio de cobre e o uso de uma pilha que não estava em estado novo. As diferenças observadas causadas por uma mudança na concentração ou distância entre grafites foram pequenas demais para serem atribuídas à uma correlação.

Para entender como cada variável influenciou/influencia a reação da eletrólise, foi realizado um cálculo teórico para encontrar o volume de gás produzido em função de tempo:



$2e^{-}$  correspondem à  $1 H_2$

2 mols  $e^{-}$  de à 1 mol  $H_2$

1 mol de  $e^{-}$  corresponde à 1 F (96 485,3 C)

2F correspondem à 1 mol de  $H_2$ .

Portanto uma carga  $\frac{Q}{2F} = Nde \text{ mols de gás hidrogênio}$

$$\text{Volume molar em Cnpt} = \frac{22,4L}{mol} = (22,4 \cdot 10^{-3} m^3)$$

$$\text{Multiplicando em ambos lados: } \frac{(Q \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} m^3)}{2F \cdot mol} = \text{Volume de gás hidrogênio}$$

$$Q = I \cdot \Delta t \rightarrow \frac{(11,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) \cdot (I \cdot \Delta t)}{F \cdot \text{mol}} = \text{Volume de gás hidrogênio}$$

Assumindo que a água age como um resistor, e que os fios e os grafite não têm resistência. Portanto pode-se representar o sistema dessa forma:

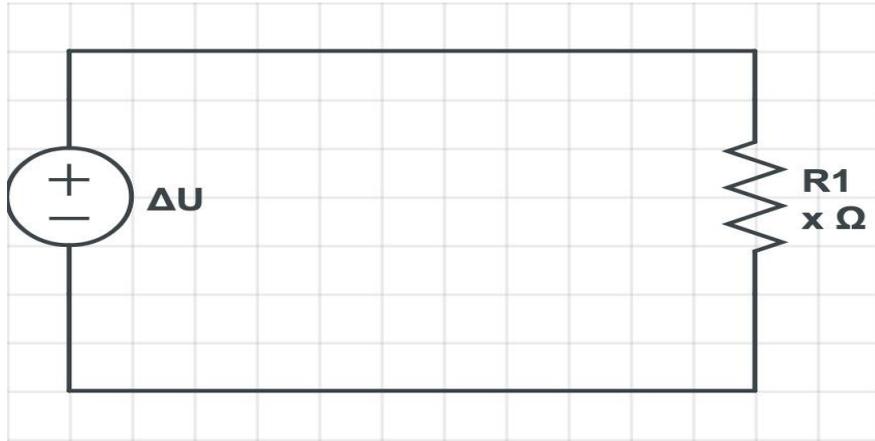


Figura 11: Representação de um resistor

Aplicando a lei de Ohm=  $I = \frac{\Delta U}{R_x}$

Portanto:  $\frac{(11,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) \cdot (\Delta U \cdot \Delta t)}{F \cdot R_x \cdot \text{mol}} = \text{Volume de gás hidrogênio}$

Sabendo que será uma possível fonte de erros, podemos tentar usar as definições de resistividade e condutância de condutores para alcançar alguns resultados muito úteis.

$$R_x = \frac{L(\text{distância}) \cdot \rho(\text{resistividade})}{A(\text{área})} \quad \rho = \frac{1}{\sigma(\text{condutividade})}$$

(Para a área, utilizamos a área do grafite ( $2 \cdot \pi \cdot R(\text{raio}) \cdot h(\text{altura})$ ))

Substituindo:

$$R_x = \frac{L}{A \cdot \sigma}$$

Incluindo esse valor de resistência na equação de volume, e obtendo o valor da condutividade( $\sigma$ ) em função da concentração(M) de NaCl.

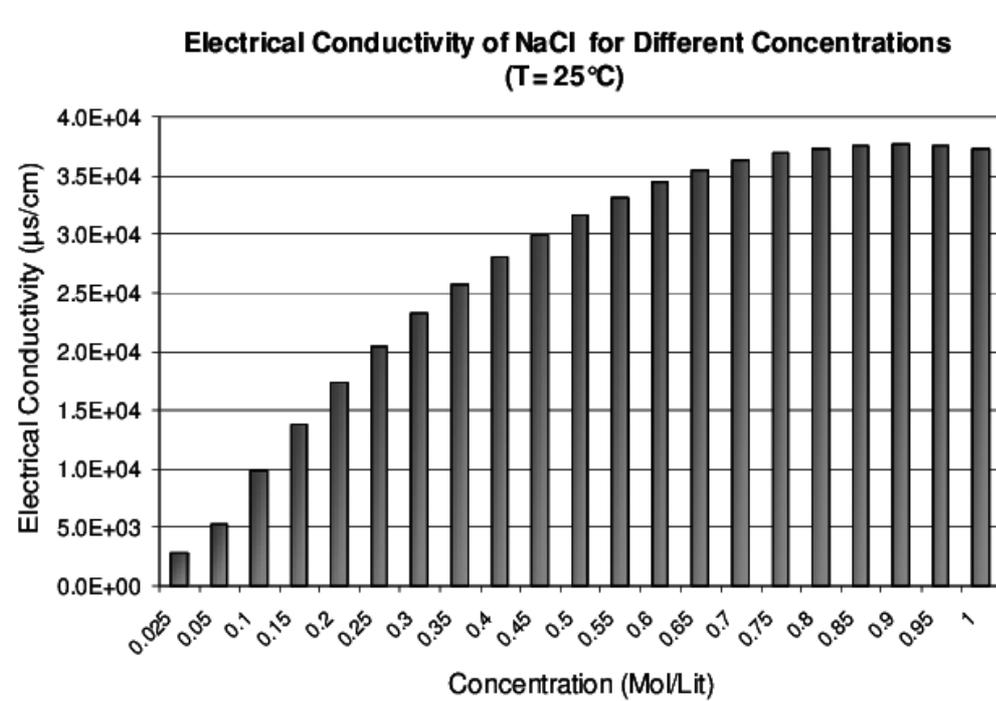


Gráfico 6: Condutividade Elétrica do NaCl de diferentes concentrações

$$\frac{(11,2 \cdot 10^{-3} m^3) \cdot (\Delta U \cdot \Delta t) \cdot (A \cdot \sigma)}{F \cdot L \cdot mol} = \text{Volume de gás hidrogênio}$$

$$\left( \frac{\mu S}{cm} = \frac{10^{-4}}{m \cdot \Omega} = \frac{10^{-4} \cdot C^2}{m \cdot J \cdot s} \right) \quad (\text{Área} = 2\pi Rh = 4,71 \cdot 10^{-4} m^2)$$

Por exemplo, podemos calcular a velocidade teórica para o experimento 1:

$$\frac{(11,2 \cdot 10^{-3} m^3) \cdot mol \cdot (12V \cdot \Delta t) \cdot (A \cdot \sigma)}{96485,3 C \cdot L \cdot mol} = \frac{(11,2 \cdot 10^{-3} m^3) \cdot 12V \cdot (4,71 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot \sigma)}{96485,3 C \cdot L}$$

$$\frac{(52,78 \cdot 10^{-7} m^5) \cdot 12J \cdot \sigma}{96485,3 C \cdot L \cdot C}$$

$$= \frac{(5,47 \cdot 10^{-11} m^5) \cdot 12J \cdot \sigma}{C^2 \cdot L} = \frac{(6,564 \cdot 10^{-10} m^5) \cdot J \cdot \sigma}{C^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} m} = \frac{(3,282 \cdot 10^{-8} m^4) \cdot J \cdot \sigma}{C^2}$$

Com 10g de NaCl em 290 g de H<sub>2</sub>O , temos uma concentração de 0.59 mol/L, e portanto uma condutividade  $\sigma = 3,3 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{\mu S}{cm} = \frac{3,3 \cdot C^2}{m \cdot J \cdot s}$

$$\frac{(3,282 \cdot 10^{-8} m^4) \cdot J}{C^2} \cdot \frac{3,3 \cdot C^2}{m \cdot J \cdot s} = 10^{-7} \cdot 1,0836 \frac{m^3}{s} = 0,10836 \cdot \frac{cm^3}{s}$$

Algo que se percebeu em todos os experimentos é que a velocidade da reação diminuiu com o passar do tempo. Isso se deve principalmente à redução de área do grafite que está exposta à solução com o aumento do volume gasoso. Essa desaceleração também pode ser atribuída a outros fatores como o descarregamento gradual da pilha, mas a diferença causada por esses outros fatores é negligível em um período de tempo tão curto.

Como visto no cálculo teórico, a velocidade de produção é diretamente proporcional à área do grafite exposta ao soluto. Isso expõe um dos problemas do cálculo teórico, uma vez que ele assume que a área é constante. Quanto maior for a velocidade de produção, mais rápido o volume aumenta. Quanto maior for o volume, menor será a área do grafite. Quanto menor é a área do grafite, menor é a velocidade de produção. Esse sistema gera a desaceleração observada nos experimentos. (A situação é análoga à  $(\frac{dV}{dt} = K - V)$  , K sendo uma constante qualquer).

### 3) Distância entre grafites

Nos experimentos realizados, houve tentativas de variar a distância entre os grafites, de 2 a 4 cm, para investigar um possível impacto na velocidade da reação. Entretanto, pelo problema de contato entre a pilha e o fio de cobre não foi possível obter resultados que refletissem essa influência, uma vez que existia mais de uma variável.

Contudo, a partir dos cálculos teóricos, pode-se observar como essa distância, representada pelo L, é relevante, uma vez que é inversamente proporcional ao

volume de gás hidrogênio. Assim, ao aumentar o espaço entre grafites, menor será o volume do gás.

Cálculo da velocidade para o experimento 1 se  $L=0,04m$ :

$$\frac{(11,2 \cdot 10^{-3} m^3) \cdot (\Delta U \cdot \Delta t) \cdot (A \cdot \sigma)}{F \cdot L \cdot mol} = \text{Volume de gás hidrogênio}$$

$$\frac{(11,2 \cdot 10^{-3} m^3) \cdot mol \cdot (12V \cdot \Delta t) \cdot (A \cdot \sigma)}{96485,3 C \cdot L \cdot mol} = \frac{(11,2 \cdot 10^{-3} m^3) \cdot 12V \cdot (4,71 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot \sigma)}{96485,3 C \cdot L}$$

$$\frac{(52,78 \cdot 10^{-7} m^5) \cdot 12J \cdot \sigma}{96485,3 C \cdot L \cdot C}$$

$$= \frac{(5,47 \cdot 10^{-11} m^5) \cdot 12J \cdot \sigma}{C^2 \cdot L} = \frac{(6,564 \cdot 10^{-10} m^5) \cdot J \cdot \sigma}{C^2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} m} = \frac{(1,641 \cdot 10^{-8} m^4) \cdot J \cdot \sigma}{C^2}$$

Com 10g de NaCl em 290 g de H<sub>2</sub>O, temos uma concentração de 0.59 mol/L, e, conseqüentemente, uma condutividade  $\sigma = 3,3 \cdot 10^4 \cdot \frac{\mu S}{cm} = \frac{3,3 \cdot C^2}{m \cdot J \cdot s}$

$$\frac{(1,641 \cdot 10^{-8} m^4) \cdot J}{C^2} \cdot \frac{3,3 \cdot C^2}{m \cdot J \cdot s} = 10^{-7} \cdot 0,54153 \frac{m^3}{s} = 0,054153 \cdot \frac{cm^3}{s}$$

Portanto, pode-se concluir que, ao dobrar a distância entre os grafites, a velocidade da reação divide-se pela metade.

#### 4) Solutu

Ao variar as concentrações de NaCl na reação química, o aumento do soluto não provocou nenhuma alteração notável na velocidade do aumento do volume de gás. A partir dessa observação foram levantadas hipóteses para explicar esse fenômeno. A primeira alternativa pensada foi examinar o coeficiente de solubilidade. A 20°C, 100g de água dissolve 36g de NaCl e o experimento utilizou 290g de água e 10g de NaCl, logo o soluto ainda não havia atingido um estado de saturação. Portanto,

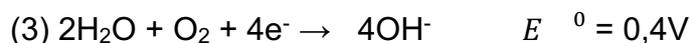
não foi a ausência da dissolução de cloreto de sódio que acarretou nos resultados observados.

Outra possível resposta foi analisar o gráfico que relaciona a condutividade do NaCl com sua concentração que, nesse experimento, era 0,59 mol/L e pôde-se observar que, a partir desse ponto, a condutividade elétrica mantém-se praticamente a mesma, por este motivo não houve mudança na velocidade.

## 5) Voltagem / Tensão

O grupo não pôde variar a voltagem durante seus experimentos, então não é possível discutir a voltagem recomendada com base em dados experimentais. Teoricamente, a velocidade de produção de gás aumenta linearmente com a voltagem, mas com o aumento de voltagem, é inevitável que o modelo teórico para de funcionar, portanto, não se deve esperar esse aumento linear, especialmente em voltagens extremas.

Sabendo os seguintes potenciais de redução ( $E^0$ ):



Podemos determinar as voltagens mínimas para a eletrólise (Solutos NaCl ou NaHCO<sub>3</sub> em concentrações  $1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$  e CNTP).

Solutos NaCl:





Voltagem mínima = 1,36V



+



Voltagem mínima = 1,23V

Utilizar a equação de Nernst ( $\Delta E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$ ) para encontrar a voltagem mínima em concentrações diferentes ou condições fora de CNTP. Como o sistema apresenta resistência nos fios de cobre e nos grafites que não foram consideradas, é recomendado utilizar uma voltagem maior que a encontrada.

## Conclusão

Após os experimentos, pode-se concluir que a eletrólise é uma maneira eficiente de se produzir gás hidrogênio, um combustível mais sustentável que pode contribuir para o não agravamento do aquecimento global, o responsável por um intenso desequilíbrio do ambiente.

Entretanto, apesar da eletrólise ser promissora, o grupo encontrou alguns problemas, como o surgimento de variáveis imprevistas no projeto, como o comprimento do fio de cobre e a distância entre os grafites. Além disso, o uso de materiais caseiros foi um empecilho, uma vez que não houve disponibilidade de um gerador de tensão que controlasse a voltagem que seria fornecida para a ocorrência

da reação química, que em muitos dos experimentos necessitava de uma voltagem superior à da pilha possuída pelos integrantes.

Outro problema enfrentado foi a padronização das medidas e dos materiais utilizados, pois, devido ao isolamento social, a equipe não pôde se reunir, portanto teve que produzir testes à distância com ferramentas distintas, provocando grandes impactos nos resultados obtidos. Além disso o uso de materiais caseiros dificultou a medição de valores e fortemente dificultou a replicação exata de um experimento. Isso limitou as análises que poderiam ser feitas pelo grupo com base nos resultados.

O grupo foi capaz de realizar o objetivo principal, a produção de gás hidrogênio a partir da eletrólise. Porém, devido às condições inesperadas em que muito do trabalho foi realizado, nem todos os objetivos específicos foram atingidos:

- Não se pode realizar o experimento com uma base e um ácido, sendo usados somente um sal.
- Não foi possível encontrar uma voltagem ideal, já que as condições impediram o grupo de variar a voltagem em seus experimentos.
- A construção de um protótipo capaz de realizar a eletrólise foi realizada.

Com o desenvolvimento do projeto, novas indagações surgiram que podem se tornar temas de futuros experimentos. Entre essas dúvidas, há o surgimento de uma cor azulada ao redor dos fios de cobre, que pode ser um indício de uma reação do gás cloro. Além disso, o cálculo teórico desenvolvido para medir a velocidade da reação não considera a diminuição da área do grafite, fruto do aumento do volume do gás, uma variável profundamente importante para esse cálculo teórico. Por fim, um outro ponto que poderá ser investigado posteriormente é a interferência da eletrólise sobre o equilíbrio do sal dissolvido na água.

## Referências bibliográficas

BALDOW, Rodrigo; JÚNIOR, Francisco Nairon Monteiro. **Os livros didáticos de física e suas omissões e distorções na história do desenvolvimento da Termodinâmica.** *ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.

3, n. 1, p. 3-19, 2010. Disponível em: file:///C:/Users/gabri/Downloads/DialnetOsLivrosDidaticosDeFisicaESuasOmissoesEDistorcoesN-6170862.pdf. Acesso em: 10 de junho de 2020

MALCOLM, Jay R. *et al.* **Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots.** *Conservation biology*, 2006. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.2006.00364.x>.

Acesso em: 6 de junho de 2020.

SARTORI, E.R.; DOS SANTOS, V.B.; TRENCH, A.B.; FATIBELLO-FILHO, O., **Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo.** *Química Nova na Escola*, 35(2), 2013, pp.107-111.

Disponível em:

[https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as\\_sdt=0%2C5&q=Constru%C3%A7%C3%A3o+de+Uma+C%C3%A9lula+Eletrol%C3%ADtica+para+o+Ensino+de+eletr%C3%B3lise+a+Partir+de+Materiais+de+Baixo+Custo&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Constru%C3%A7%C3%A3o+de+Uma+C%C3%A9lula+Eletrol%C3%ADtica+para+o+Ensino+de+eletr%C3%B3lise+a+Partir+de+Materiais+de+Baixo+Custo&btnG=). Acesso em: 13 de março

de 2020

SOARES, I.P. *et al.* **Produção de Hidrogênio a partir do Biogás.** *Embrapa*, 2016. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Biog%C3%A1sFert+-+Resultados+PA06.pdf>. Acesso em: 06 de junho de 2020

WOLLMANN, F.L.; **Estudo da utilização de gás hidrogênio em veículos automotores.** *Biblioteca Digital Unijui*, 2013. Disponível em:

<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/1877>. Acesso em: 08 de junho de 2020

Figura 1: <https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/12/o-aquecimento-global-em-7-graficos-evolucao-e-impactos-de-um-mundo-cada-vez-mais-quente.html>

Figura 2: <https://static.alunosonline.uol.com.br/conteudo/images/poder-calorifico.jpg>

Figura 3:

[https://www.gasnet.com.br/gasnatural/combust\\_completo\\_img/image026.gif](https://www.gasnet.com.br/gasnatural/combust_completo_img/image026.gif)

Figura 4:

[https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9lula\\_eletrol%C3%ADtica#/media/Ficheiro:Electr%C3%B3lisis.png](https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9lula_eletrol%C3%ADtica#/media/Ficheiro:Electr%C3%B3lisis.png)

Figura 5: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/eletrolise-agua.htm>

Figuras 6 a 11: produzidas pelo próprio grupo.

Gráficos 1 a 5: produzidos pelo próprio grupo.

Tabelas 1 a 6: produzidas pelo próprio grupo.

Gráfico 6: [https://www.researchgate.net/figure/Variation-of-electrical-conductivity-of-NaCl-as-a-function-of-molar-concentration-In\\_fig6\\_267413510](https://www.researchgate.net/figure/Variation-of-electrical-conductivity-of-NaCl-as-a-function-of-molar-concentration-In_fig6_267413510)

## **L7 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DE TECIDOS PARA USO EM MARTE**

Daniel Bernath Liao, Nicolas Asakura Huang, Gabriel Buscato, Alexia Milcheski, Luis Felipe Tapias,

Professoras orientadoras: Carol Zambrana, Fernanda Sodré.

---

### **Introdução**

O sistema solar sempre foi um tópico de interesse. Desde a Grécia Antiga, já se tentava explicar o universo e seu funcionamento. Porém, a maior parte do avanço da Astronomia ocorreu durante a Corrida Espacial entre os Estados Unidos e a União Soviética. Durante essa época, inúmeros avanços tecnológicos foram conquistados, dentre eles podemos destacar: o lançamento da Sputnik 1, o primeiro satélite lançado ao espaço, o primeiro homem a pisar a Lua, criação da NASA, dentre muito mais outros (Alar, 2017).

Atualmente, cada dia que se passa novas descobertas são feitas sobre o Universo, que contribuem para inúmeras áreas da vida do ser humano, entre as inúmeras influências que existem, pode-se citar primeiramente o próprio conhecimento. A verdadeira face do conhecimento astronômico não serve apenas para compreender o sistema solar e sim entender as leis que regem o universo. Além disso, a exploração espacial é muito importante para o desenvolvimento tecnológico, não só de tecnologias utilizadas no espaço, mas também muitas das tecnologias desenvolvidas são benéficas para o cotidiano das pessoas na Terra. Exemplos de tecnologias que estão presente no dia a dia, são os próprios SpinOffs, que são basicamente tecnologias resultantes do desdobramento de outras já existentes desde travesseiros mais confortáveis até mesmo os sistemas de GPS. Assim pode-se dizer que a exploração espacial além de providenciar avanços científicos e tecnológicos, vale ressaltar sua importância econômica, que produz um mercado internacional que engloba as operações de satélite que possuem diversos usos como por exemplo: comunicação, navegação, meteorologia e entre muitos outros (R. Farinaccio, 2018).

O infográfico apresenta os diversos usos de satélites operacionais no mundo, com diferentes funções:

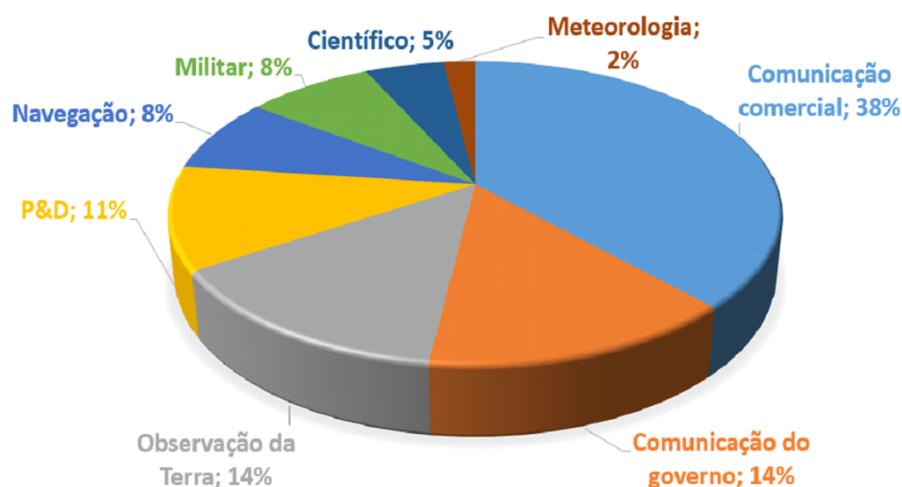


Fig. 3 Divisão, por função, de uso de satélites operacionais no mundo. Fonte: [Satellite Industry Association](#).

Todavia, enquanto a humanidade se desenvolve das mais diversas formas, o planeta Terra é impactado por diversos desses avanços dos seres humanos, podemos ressaltar a poluição atmosférica, poluição da água, o descongelamento das geleiras, o desmatamento e queimadas etc. Esses problemas ambientais impactam a qualidade de vida do homem e também como a de outras espécies, o que pode acarretar até a própria extinção de espécies humana ou tornar a Terra um planeta inóspito. Além dos problemas ambientais causados pelo desenvolvimento humano, deve ser considerado também que a exploração dos recursos naturais de forma excessiva como é feito atualmente, pode levar à escassez desses bens, que podem agravar a cenários caóticos (D. Redação, 2016). Outro ponto importante é o grande aumento populacional que ocorre atualmente. Já que o aumento populacional, leva à uma maior demanda de produtos, alimentos, e bens, o que acaba agravando ainda mais essa escassez de recursos naturais.

Tendo em consideração todos esses problemas que os humanos e o planeta Terra enfrentam muitas pessoas, organizações, empresas e instituições, têm levado em conta a possibilidade da colonização de Marte, como uma forma de escapar de todo esse caos e destruição em potencial. Já que por meio da colonização de Marte, seria possível diminuir as demandas e os impactos dos seres humanos no planeta Terra, ou até mesmo transportar a civilização humana para outro planeta. Porém, as características físicas, meteorológicas e geográficas do planeta, tornam o processo de planejamento de colonização muito mais difícil.

Assim tem de se levar em conta vários desses fatores. Entre eles, o grupo achou muito importante saber as características básicas de Marte. Segundo a professora, Rosimar Gouveia, “ano marciano tenha duração de 687 dias terrestres.” e além disso por conta de sua atmosfera ter uma pequena espessura, composta majoritariamente de Dióxido de Carbono, faz com que as estações dos anos sejam muito mais rigorosas, um exemplo disso são as variações de temperatura que o planeta pode ter ao longo de seu período de translação.

Durante o inverno, as temperaturas atingem  $-130$  graus Celsius, já no verão sua temperatura não passa dos  $20$  graus Celsius assim também deve ser observado esse fato para diminuir choques térmicos (S. Sancervero, 2017). E como já foi dito antes, a fina camada atmosférica de Marte tem grandes efeitos na incidência de radioatividade, assim esse dado deve ser levado em conta para a proteção de astronautas, para diminuir a probabilidade de câncer (T. Moore, 2015). A composição do solo marciano é muito similar ao solo do Havaí, apresentando características vulcânicas que necessitam ser ressaltadas para as construções (T. Sharp, 2017).

## Objetivos

**Objetivo geral:** verificar qual material (tecido) é mais resistente a temperaturas extremas, baixas e elevadas.

### Objetivos Específicos:

- Analisar uma maneira para utilizar os materiais disponíveis em Marte para serem utilizados como materiais de construção.
- Analisar tecidos do cotidiano e verificar se podem ser utilizados em Marte
- Estudar a atmosfera e clima de Marte.
- Estudar as características gerais e específicas de materiais selecionados para o experimento
- Avaliar qual o melhor tecido a ser utilizado nas construções de Marte

## **Materiais e métodos**

A hipótese do grupo era se os tecidos encontrados já presentes no cotidiano no planeta de terra são resistentes o suficientes para poderem ser utilizados em Marte.

Tendo em vista a hipótese, o grupo decidiu que para a realização do experimento e continuidade do projeto alguns materiais serão utilizados entre eles há:

- 400 ml de água gelada
- 1 Tesoura
- 1 Colher
- 1 Régua
- 4 colheres de sal de cozinha
- 4 cubos de gelo
- Forno
- Freezer (temperatura -15 graus celcius)
- 1 faca afiada
- 1 copo com contador de volume
- 1 camiseta lycra
- 1 camiseta de algodão
- 1 gorro de lã
- 1 camiseta de corrida(nylon)
- 1 forma
- 4 potes de plástico
- 1 Cronômetro

O grupo realizou um experimento com o intuito de analisar a compatibilidade e resistência desses materiais no Planeta Marciano. Os experimentos foram realizados na cozinha do aluno Daniel, onde se testou a resistência a drástica variação de temperatura e a resistência ao corte de uma faca afiada.

### **Exposição de tecidos a temperaturas baixas e elevadas.**

As etapas para elaborar este experimento foram:

1. Recortar utilizando tesoura e uma régua dois quadrados de 64 cm 2 do gorro de lã, camiseta de algodão, camiseta de lycra e camiseta de nylon.
2. Encher os 4 potes de plástico com 100 ml de água gelada cada
3. Colocar 1 colher de sal de cozinha em cada pote de plástico
4. Colocar 1 cubo de gelo em cada pote
5. Adicionar a cada pote um pedaço de cada tecido diferente
6. Colocar os potes de plástico dentro do freezer
7. Cronometrar 20 minutos, enquanto isso pré-aquecer o forno a uma temperatura de 250 graus celsius
8. Retirar os potes de plástico do freezer
9. retirar os tecidos dos potes de plástico
10. Inserir os tecidos que estavam no pote de plástico na forma de forma que não estejam entrando em contato com cada 1
11. Colocar a forma dentro do forno
12. Cronometrar 30 minutos
13. Retirar a forma do fogão
14. Esperar até a forma não estiver mais quente
15. Retirar os tecidos que estavam na forma
16. Analisar a textura de cada um que estava na forma
17. Descrever o estado que cada tecido se encontra
18. Verificar qual foi o menos danificado.

## Resultados e discussão

Assim, após a realização dos experimentos, pode-se perceber que os tecidos utilizados sofreram transformações.

Nas primeiras fotos, há os tecidos antes do experimento, enquanto a segunda foto, demonstra os tecidos após a realização do experimento. Tem-se listados nas fotos, cada um dos tecidos utilizados.



Assim, o grupo percebeu que houve uma grande mudança das características dos tecidos após o experimento.

Listando cada um dos tecidos e suas características após o experimento tem-se:

- A camisa lycra ficou com uma coloração bege, sendo que seu tecido ficou muito mais sólido, e ao encostar no tecido ele acabava se esfarelado. Quando se fez o corte com a faca foi demandado mais força.
- Camisa de Corrida perdeu seu formato original, se transformando em um tipo de plástico, sua coloração ficou marrom se parecendo com chocolate, ficou bem mais rígido, e é muito leve.
- Gorro de lã ficou com uma coloração de queimado, seu tecido ficou com um aspecto mais duro, muito menos elástico
- Camisa de algodão ficou com coloração bege, sua textura ficou um pouco mais áspera, se manteve com uma resistência muito parecida ao se puxar

Para análise do experimento, o grupo avaliou a mudança de características sendo que quanto mais variado as características mudassem, menor a resistência térmica. além disso foi levado em consideração se o tecido estava se esfarelado ou se desfazendo para essa análise.

Assim, o grupo discutiu sobre os dados obtidos, e percebeu que a nylon se transformou em alguma outras substâncias. Já que no estado natural o nylon é um

tipo de polímero (L. Souza, 2020), e nesse caso ele se transformou em outra substância, já que houve uma mudança de suas características físicas.

Enquanto isso, o tecido do gorro de lã também apresentou algumas diferenças de características, e percebeu que ele perdeu muito a sua elasticidade. O que queria dizer que o tecido do gorro de lã não possui uma grande resistência térmica.

A camisa lycra ficou um pouco mais rígida e estava se desfazendo com alguma facilidade. Assim, também chegou-se a concluir que a camisa lycra não possui grande resistência a variação térmica.

Finalmente, a camisa de algodão que se manteve forte e firme, sendo que as únicas alterações foram a sua coloração e seus aspecto de estar mais rígido(rigidez).

## Conclusão

Para a possível colonização de Marte, deve-se levar em conta a escolha de todos os materiais, já que o ambiente marciano é muito diferente do planeta Terra. Assim, o grupo cogitou utilizar os tecidos do cotidiano do planeta Terra. Para isso se realizou um experimento para verificar a resistência do tecido a temperatura extremas. E com a realização do experimento, viu-se que o tecido da camisa de algodão possui a melhor resistência térmica em relação aos outros. Consecutivamente, a hipótese do grupo foi confirmada, sendo que o tecido de algodão que está presente no cotidiano pode ser utilizado em Marte.

## Referências bibliográficas

A. S. Yen, D. W. Mittlefehldt, S. M. McLennan, R. Gellert, J. F. Bell III, H. Y. McSween Jr., D. W. Ming, T. J. McCoy, R. V. Morris, M. Golombek, T. Economou, M. B. Madsen, T. Wdowiak, B. C. Clark, B. L. Jolliff, C. Schroöder, J. Bruöckner, J. Zipfel, and S. W. Squyres. Nickel on Mars: Constraints on meteoritic material at the surface. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, v.111, p. 2-25, 2006.

Alar. As 7 principais conquistas da Rússia na corrida espacial. ALAR. 2017.

T. Sharp. What is Mars Made Of? | Composition of Planet Mars. SPACE.com. 2017.

T. Moore. The weather on Mars is both totally alien and somewhat Earth-like all at once. The Washington Post. 2015.



R. Farinaccio. Por que exploração e pesquisas espaciais são importantes para a humanidade?. TecMundo. 2018.

L. Souza. Nylon: um polímero resistente. Mundo Educação. 2020.

---

## L8 - CONSTRUÇÃO EM MARTE: TESTE DE RESISTÊNCIA TÉRMICA EM MATERIAL DE GESSO.

Daniel Haddad, Henrique Leite, Laura Montenegro, Nathalia Benuthe, Pedro Henrique Gallina

Professoras orientadoras: Fernanda Sodré e Carolina Zambrana.

---

### Resumo

Ao longo dos anos, a humanidade tem buscado novas descobertas sobre o espaço, uma das notícias mais recentes e chocantes é que os humanos poderiam viver em Marte. Muitas pesquisas foram realizadas para descobrir mais sobre este planeta. Os cientistas já encontraram água, então o próximo passo deveria ser estudar como os humanos poderiam chegar e permanecer lá. Pensando nisso, esse grupo se preocupou com as moradias que seriam construídas, que material deveria ser utilizado? Ele suportaria as temperaturas extremas que o planeta vermelho apresenta? É possível usar gesso para construir uma casa em Marte? Neste artigo, o grupo testou essa possibilidade considerando as temperaturas de Marte. Para começar, foi testado o material de construção muito comum. Para simular uma noite em Marte foi usado gelo seco para reduzir a temperatura. A princípio o grupo especulou que o gesso não suportaria o choque térmico. Depois de horas o gesso não se partiu, embora tenha mudado de cor e a água presente no gesso tenha congelado completamente. Resumindo, o gesso poderia ser usado para construir uma casa em Marte se apenas a temperatura fosse considerada, mas o grupo concluiu que não é o melhor material devido à falta de isolamento térmico, nenhum ser humano poderia passar uma noite em uma casa de gesso que congela completamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Marte, Construção, Moradia, Temperatura, Resistência térmica, Gesso, Gelo Seco.

---

### Abstract

Throughout the years human kind have been searching new discoveries in the space, one of the most recent and shocking news is that humans could live in Mars.

A lot of researches have been conducted to find out more about this planet. Scientists have already found water, so the next step should be study how humans could get and stay there. With that in mind, this group was concerned about the dwellings that would be constructed, which material should be used? Would it handle the extremes temperatures that the red planet presents? Is it possible to use plaster to build a house in Mars? In this article the group tested this possibility considering Mars' temperatures. To start, it was tested a very common construction material, the plaster. To simulate a night at Mars it was used dry ice to lower the temperature. At first the group speculated that the plaster would not handle the thermal shock. After hours the plaster did not break although it changed its color and the water present in the plaster froze completely. To sum up, plaster could be used to build a house in Mars if only temperature was considered but the group concluded that it is not the best material due to the lack of thermal insulation, no human could make through a night in a plaster house that completely freezes.

**KEY-WORDS:** Mars, Construction, Dwelling, Temperature, Thermal resistance, Plaster, Dry Ice.

---

## Introdução

O planeta Terra tem sido o berço e lar da humanidade durante toda sua existência. Porém, a cada ano podemos ver o planeta cada vez mais desgastado e no seu ponto crítico, muitas pesquisas sobre a situação precária atual do planeta mostram como estamos na beira da extinção de milhares de espécies. Nos últimos 150 anos a temperatura terrestre aumentou  $0,7^{\circ}\text{C}$  (MOLION, 2008), pode parecer insignificante essa mudança mas é algo extremamente preocupante. O aquecimento global se tornou uma grande ameaça para o planeta e para os seres vivos. O nível do mar está aumentando 3,6 milímetros por ano, o dobro do século passado (ONU,2019).

Muitas possíveis soluções estão sendo pesquisadas por diversos cientistas ao redor do mundo. Métodos tecnológicos, ações locais, tratados entre países para tentar salvar a Terra das previsões científicas, por exemplo o nível do mar pode aumentar 1,1 metro até 2100 se nada for feito agora (MCGRATH, Matt). A ambição e irresponsabilidade dos líderes políticos nos levou a esta atual catástrofe ambiental.

Apesar dos incansáveis esforços de cientistas e ativistas não há solução rápida e eficaz para as questões ambientais. A humanidade chegou no ponto em que mesmo se atitudes forem tomadas agora, o dano causado na Terra é irreversível.

Pensando no cenário atual do planeta, algumas pesquisas sobre colonização de outros planetas foram feitas. As previsões para o planeta em que a raça humana vive são preocupantes por isso cientistas apresentaram uma nova possível solução: ir para Marte. A ideia de ir para outro planeta parece ser muito distante, e morar lá mais improvável ainda porém artigos e pesquisas mostram que colonizar Marte pode estar mais perto do que se imagina.

Há aproximadamente 15 anos uma sonda lançada pela NASA, a Mars Reconnaissance Orbiter, com o intuito de achar evidências da existência de água no planeta vermelho. Graças aos avanços tecnológicos foi possível ter acesso à imagens do planeta. Atualmente há uma vasta gama de informações sobre relevo, temperatura, composição atmosférica etc. Com certeza ainda existem muitas questões a serem solucionadas para a missão de colonizar Marte ser possível. Uma das maiores prioridades era a disponibilidade de água no planeta, em 2015 a NASA anunciou a descoberta de água líquida em Marte (WEBSTER, Guy 2015). Satélites, sondas, robôs já foram enviados para o planeta Marte promovendo muitos avanços nas pesquisas sobre colonização e expedições espaciais.

Por que colonizar Marte pode ser uma solução para a raça humana? Depois da Terra, Marte é o mais habitável no sistema solar, a exploração espacial abriu caminhos para novas descobertas tecnológicas, esse mercado é muito importante nos dias atuais. Questões sobre a composição atmosférica e a possível falta de oxigênio foram abordadas no estudo de 2018 da agência espacial norte-americana. Mas uma pendência para a colonização de Marte não foi devidamente estudada e explorada, as moradias e construções.

Este estudo procura abordar a construção em Marte. Com tantos avanços nas pesquisas para a colonização é necessário pensar sobre as moradias quando as viagens forem possíveis. Quais tipos de materiais se adequam ao solo, quais fatores interferem na construção de uma base de estudo no solo marciano interferem diretamente com a realização da colonização de Marte. A pesquisa da construção em Marte é de extrema importância desde sua arquitetura e formato até os materiais

usados pois as moradias proporcionam a segurança das pessoas que estarão estudando o planeta. A viagem até Marte não será possível sem uma base para os pesquisadores morarem em segurança.

Alguns estudos sobre a arquitetura de Marte já foram iniciados, como os modelos de habitação criados pela NASA (GALILEU,2018). Ademais, alguns materiais novos estão sendo desenvolvidos pensando especificamente na colonização de Marte, como um tijolo a base de fungos e bactérias (GALILEU,2020). Porém o foco deste estudo é analisar materiais já existentes e se há viabilidade de serem utilizados em uma habitação no planeta vermelho.

### **O gelo seco**

É conhecido popularmente como “gelo seco” o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) em estado sólido, a uma temperatura de cerca de  $-78^\circ\text{C}$ . A figura 1 ilustra este material.



Figura 1: Gelo seco

Na medida em que o gelo seco tem sua temperatura aumentada, a uma pressão ambiente ( $p = 1\text{ atm}$ ) ocorre a sublimação, quando o material sofre mudança de estado, do sólido para o gasoso, sem passar pela fusão.

Este material é muito popular, sendo bastante utilizado em palcos, performances teatrais e shows, devido ao fato de que, em contato com o ar aquecido do ambiente, imediatamente passa a emitir uma névoa esbranquiçada e densa, proporcionando efeitos desejados por artistas.

É também conhecido seu uso para refrigeração, dada sua utilidade em manter baixa a temperatura de um determinado recipiente hermético (CRAVO, 2019).

## Objetivos

**Objetivo geral:** Submeter um material de gesso a um gradiente de temperatura a fim de analisar os efeitos do choque térmico, verificando sua potencialidade como material de construção em Marte.

**Objetivos Específicos:** analisar as transformações ocorridas no material exposto ao choque térmico, no que diz respeito à durabilidade e resistência.

## Materiais e métodos

Os materiais utilizados no experimento do choque térmico serão:

- Pó de gesso
- Água
- Tijela
- Caixa de isopor
- Dióxido de carbono sólido (gelo seco)
- Termômetro com termopar
- Máscara
- Luvas
- Colher

A seguir, apresentamos na Figura 2, todos os materiais utilizados no experimento.



Figura 2: Materiais usados para a construção da estrutura de gesso

Para analisar a resistência dos materiais será utilizado o método do choque térmico. O planeta Marte tem uma grande amplitude térmica, as construções devem ser resistentes à baixas temperaturas. Por isso, como variável independente no experimento será os materiais e a temperatura. Todas as outras variáveis devem ser mantidas constantes como o tempo de exposição dos materiais.

Primeiro será criada uma estrutura para simular a construção com um dos materiais, entre eles: gesso, Para simular as temperaturas negativas de Marte, se utilizará dióxido de carbono no estado sólido que em pressão atmosférica ele sublima, mais conhecido como gelo seco, o vapor resfria o local. Então, em uma caixa de isopor será colocado o gelo seco.

Depois de um tempo será analisada a resistência e durabilidade dos materiais após o choque térmico.

## Resultados e discussão

O experimento foi muito simples, primeiro foi construído uma estrutura de gesso para simular a construção, conforme mostra a Figura 3, abaixo. Nessa etapa é muito importante que utilize a quantidade de água correta que é indicada na embalagem do gesso. Depois que o gesso secou completamente, foi colocado em

uma caixa de isopor com o gelo seco, a caixa isolante térmica é indispensável para evitar que o dióxido de carbono evapore muito rápido.



Figura 3: processo de montagem da estrutura de gesso.

A cada aproximadamente duas horas o experimento era monitorado e a temperatura dentro da caixa era medida. A temperatura não teve significativa variação nas primeiras 12 horas, porém, durante a noite, o gelo seco sofreu evaporação por completo. O gráfico 1 a seguir, apresenta o aquecimento observado.

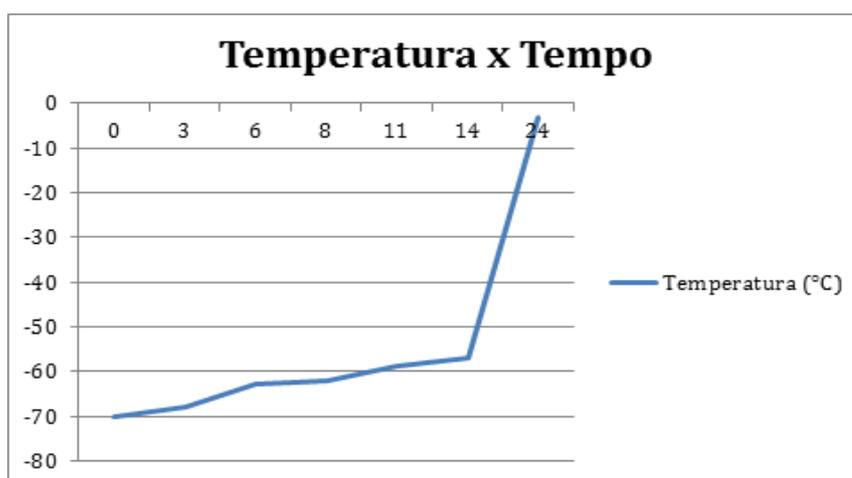


Gráfico 1: Medida da temperatura na caixa de isopor em função do tempo.

Após aproximadamente 3 horas após o início do experimento, a aparência do gesso já começou a se alterar, algumas áreas ficaram mais claras e

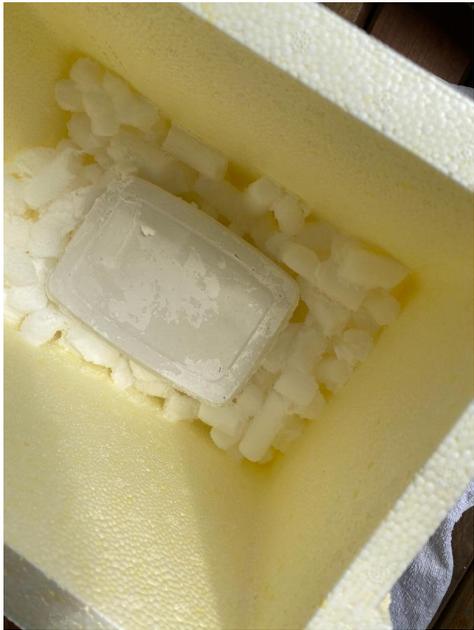
desgastadas por conta do congelamento da água que é encontrada no gesso. Nas horas seguintes não foi possível observar mais alterações drásticas. Após 24 horas, o gelo seco já havia evaporado e a temperatura subido muito, e a estrutura estava com alguns pedaços quebrados.



Figura 4: termômetro após 3 horas de experimento.

A seguir, apresentamos a Tabela 1, com o tempo do experimento, sua aparência correspondente e análise.

Tempo	Imagem	Análise
-------	--------	---------

<p>Após 3 horas</p>		<p>Temperatura: <math>-70\text{ C}^{\circ}</math></p> <p>Desgaste: médio</p> <p>Cor: algumas regiões esbranquiçaram</p> <p>Alteração na cor e desgaste já aparente</p>
<p>Após 6 h</p>		<p>Temperatura: <math>-62\text{ C}^{\circ}</math></p> <p>Desgaste: baixo</p> <p>Cor: pouca mudança</p>

<p>Após 8 h</p>		<p>Temperatura: <math>-66\text{ C}^{\circ}</math></p> <p>Desgaste: baixo</p> <p>Cor: pouca mudança</p>
<p>Após 24 hs</p>		<p>Temperatura: <math>-3\text{ C}^{\circ}</math></p> <p>Desgaste: baixo</p> <p>Cor: pouca mudança</p>

Tabela 1: Tempo, aparência do material e suas características

## Conclusão

No experimento, os materiais utilizados não tiveram alterações drásticas, apenas houve uma mudança de cor e algumas partes ficaram desgastadas porém, se fosse levado em conta a temperatura, o gesso poderia ser considerado para curto prazo, porém para longo prazo não seria tão benéfico, já que, em um dia de

experimento o material já começou a rachar e a água presente na estrutura congelou completamente. Com isso, chegamos à conclusão de que não seria um lugar tão bom para viver, pois com esses materiais, a parede congelaria, logo não teria isolamento térmico dentro das casas.

## Referências bibliográficas

CRAVO, A. M. Análise de riscos envolvidos no jateamento com gelo seco em impregnadora de papel. 2019.

MOLION, L. AQUECIMENTO GLOBAL: UMA VISÃO CRÍTICA. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/viewFile/25404/17024>> . Acessado em 07/06/2020

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Relatório da ONU aponta que nível do mar pode subir mais de um metro até 2100. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/relatorio-da-onu-aponta-que-nivel-do-mar-pode-subir-mais-de-um-metro-ate-2100/#:~:text=O%20Relat%C3%B3rio%20Especial%20sobre%20Mudan%C3%A7as,o%20dobro%20do%20que%20no>> . Acessado em 07/06/2020

NASA. Mars Reconnaissance Orbiter. Disponível em <<https://mars.nasa.gov/mro/>> . Acessado em 07/06/2020

NASA. NASA Confirms Evidence That Liquid Water Flows on Today's Mars. Disponível em <<https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=4722>> . Acessado em 07/06/2020

NASA.

REVISTA GALILEU. NASA revela as melhores ideias de casas para a colonização de Marte. Disponível em <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2018/07/nasa-revela-melhores-ideias-de-casas-para-colonizacao-de-marte.html>> . Acessado em 8/06/2020

REVISTA GALILEU. Nasa cria "tijolos" de fungos e bactérias para construir casas em Marte. Disponível em <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2020/01/nasa-cria-tijolos-de-fungos-e-bacterias-para-construir-casas-em-marte.html>> Acessado em 8/06/2020

NASA. Aerogels Insulate Against Extreme Temperatures. Disponível em <[https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2010/cg\\_2.html](https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2010/cg_2.html)> Acessado em 9/06/2020

